



中国制冷简报

2025 年第1期 总第131期



KONG INTELLIGENT BUILDING
美控·赋宇新生

Midea 楼宇科技

广告

美控·自控阀门

美的自控阀门和执行器，涵盖风盘电动二通阀、电动蝶阀、电动球阀、智慧阀等，专为暖通空调行业设计，有效解决阀门泄漏、安装困难、调试繁琐等问题，搭配美的空调设备和自控系统，为客户提供全面的楼宇控制方案。

主销产品



风盘电动二通阀



电动蝶阀



电动球阀



电动调节阀



智慧阀



风阀执行器

应用案例

医疗康养



上海市同济医院



上海市第十人民医院



上海嘉会国际医院



和祐国际医院

轨道交通



贵阳地铁三号线



广州地铁天河公园&苏元站

商业公建



德清地理信息小镇



花旗集团大厦



雄安自贸区试验区



广州医科大学新造校区

洁净工程



西安启迪儿童医院



良信海盐工厂电子车间

上海美控智慧建筑有限公司

美控依托美的集团在全球的研发、制造、服务能力，持续在建筑智能化领域的进行研发和实践，提供从楼宇自控系统产品、到智能化设计施工、洁净工程及数智与双碳咨询等全生命周期服务。

联系电话：021-60820878 18521590924



美控·赋宇新生
不仅赋予建筑新生命 也服务于生命本身



目录 CONTENTS

学会动态

01. 中国制冷学会十一届二次常务理事会议在京召开



- 01. 清洁低碳热泵的提质增效青年科学家沙龙在京举办
- 02. 第37次全国各省、市、自治区制冷学会秘书长会议在昆明召开
- 03. 海尔空气产业一届二次制冷技术专家委员会会议暨同期科技评估会成功举办
- 04. 中国制冷学会“科创中国”综合能源应用科技服务团赴广州市调研交流
- 04. 2024年CAR-ASHRAE学生设计竞赛答辩圆满完成
- 05. 中国制冷学会新增会员名单
- 06. 第一期全国高等院校建筑环境与能源应用工程专业青年人才支撑计划答辩成功举办
- 07. 2024年《制冷学报》优秀论文评选结果

地方学会之窗

- 08. 2024第十一届上海制冷节大会成功举办
- 09. 江苏省制冷学会成立四十周年庆祝活动暨学术报告大会在南京召开
- 09. 天津市制冷学会2024年学术年会暨约克VRF“碳索未来 万象更新”研讨会在天津举办

会议通知

- 10. 中国制冷学会2025年活动计划表
- 13. 2025年制冷节能降碳与制冷剂替代技术发展会议第一轮通知
- 13. 关于组织2025中国制冷展“产学研融合路演示范专区”的通知

政策法规

- 14. 国家发展改革委 财政部关于2025年加力扩围实施大规模设备更新和消费品以旧换新政策的通知
- 18. 国家发展改革委发布《西部地区鼓励类产业目录（2025年本）》
- 18. 生态环境部发布《中国应对气候变化的政策与行动2024年度报告》

科技前沿

- 20. Science报道一类极具潜力的压热固态相变制冷材料
- 23. 北京航空航天大学赵立东教授课题组在Science发表热电材料研究新进展
- 25. 上海交通大学制冷所晋欣桥和杜志敏课题组提出能源系统通用人工智能新范式
- 27. 香港城市大学吴伟Carbon Energy：仿出汗吸湿膜实现高热通量被动式冷却



RESEARCH ARTICLE | [Open Access](#) |

Ultra-high-flux passive cooling enabled by a sweating-inspired hygroscopic membrane

Zengguang Sui, Fuxiang Li, Yunren Sui, Haosheng Lin, Wei Wu

First published: 03 January 2025 | <https://doi.org/10.1002/cey2.665>

专题报道

30. 第二十九次缔约方大会闭幕 气候融资、碳市场等方面取得突破性进展

国际资讯

31. 可持续冷却
——如何在削减排放的同时满足制冷需求（四）
37. 落基山研究所发布《碳中和背景下我国建筑领域发展的新机遇》报告（二）
43. 能源效率2024：全球趋势与技术创新引领未来发展

行业动态

45. 全国首例熔盐储热耦合百万机组示范项目顺利投运
46. 上海交通大学制冷与低温工程研究所上线建筑节能AI公共服务应用“建筑能源领域大模型e-GPT 1.0”
47. 制冷及相关领域多位专家入选“2024中国知网高被引学者”名单

企业纵览

49. 探秘美的08空间：美的楼宇科技打造智慧办公新体验
50. 丹佛斯：脱碳是提升工业企业竞争力的关键手段
51. 谷轮推出新一代高能效冷冻涡旋压缩机 助力节能减排和可持续发展
51. 华源泰盟两个案例入选国家能源局炼油行业节能降碳典型案例
52. 海尔空调“极低温室效应高效大温跨热泵”荣获优胜奖
52. 数峰信息发布国内首款自研数据中心热流仿真分析软件



《中国制冷简报》着重介绍中国制冷、空调、供暖、通风及相关领域的各类信息，旨在推动科技创新，推广应用技术，报道行业动态，促进业内交流，为我国制冷事业的发展服务，为学术及技术交流服务，为培养专业人才服务。

主办单位：中国制冷学会

主 编：常 琳

副 主 编：范 薇

责任编辑：邵月月

编辑部主任：范 薇

编辑部副主任：王亚薇 田 甜

编 辑：邵月月

通 讯 员：陈 晨 陈筑平 戴娜丹 窦克松 黄浩良 江 山
金国涛 李 朋 李 雯 李锡石 李宥庭 刘国祥
刘 卓 马 琪 彭园媛 施乃蓉 宋佳宁 隋继学
孙亚娟 孙志利 谈 筠 唐 棣 王保锋 王柯增
王立群 王 派 王若虚 王晓童 王 怡 吴丽婷
肖 伦 严文婷 杨永安 张志强 赵春晨 赵中齐
郑戈雅 郑 微 邹培培

编辑部联系方式

地址：北京市海淀区阜成路67号
银都大厦10层

邮编：100142

电话：010-68463224

传真：010-68434679

邮箱：wfan@car.org.cn



广告索引

封面 广东美的暖通设备有限公司

封底 2025年中国制冷展

版权声明：凡本刊发表的文章、图片，未经本刊允许不得转载。经本刊同意授权刊登，应注明出处，向本刊编辑部及作者邮寄样刊，并向作者寄发稿酬。

中国制冷学会十一届二次常务理事会议在京召开



2025年1月17日上午，中国制冷学会十一届二次常务理事会议在京召开，50位常务理事（3人请假）、5位监事出席、列席会议。会议由中国制冷学会理事长何雅玲主持。

会上，审议通过了由中国制冷学会高级顾问孟庆国所作的“中国制冷学会2024年工作总结及2025年工作安

排”，通报了“中国制冷学会2024年度财务情况”，并审议通过了增设第十一届理事会家居环境工作委员会、工业制冷工作委员会和冰霜雪技术工作组。

与会常务理事认为2024年学会工作有思路、有规划、有执行，取得了斐然的成绩，社会影响力和服务能力持续提升，并希望学会2025年在扩大国际交流与合作、提升国际影响力，助力一带一路、中非合作等国家重大发展或战略需求、积极建言献策，集中力量解决部

分领域“卡脖子”难题，协调相关领域落后标准对制冷产业发展制约，带领行业企业完成低碳发展、产业升级和产业集群化出海，打造精品小型专业细分领域会议，扩充新媒体平台提升传播力方面有所作为和突破。

最后，与会常务理事听取了由中国制冷学会监事长刘长永所作的监事会意见报告。

（范薇 撰稿）

清洁低碳热泵的提质增效青年科学家沙龙在京举办

2024年12月25日—26日，由中国科协立项支持，中国制冷学会承担的清洁低碳热泵的提质增效青年科学家沙龙活动在中国科技馆举办，20余位来自高校、科研院所及企业的优秀青年科学家围绕相关议题开展交流研讨。本次沙龙活动由西安交通大学苏昕教授担任执行主席，西安交通大学李梦杰助理教授担任学术秘书。中国制冷学会高级顾问孟庆国教授、中国制冷学会副秘书长肖杨高级工程师出席青年科学家沙龙活动。



主旨报告环节，华北电力大学孙健副教授以“工业及民用超级热泵技术研究与应用”为题，详细分析了超级热泵在工业与民用领域取得的技术突破，并介绍了该技术的示范应用情况。西安交通大学殷翔副教授作“电动汽车跨临界CO₂热泵系统的技术发展与挑战”报告，介绍了电动汽车热泵系统的最新技术发展趋势，深入分析了CO₂热泵系统应用到电动汽车中面临的续航里程、可靠性、安全性等问题。天津商业大学孙志利教授以“联合转轮除湿的热泵干燥系统研究进展”为题，介绍了热泵干燥技术在食物干燥领域的创新应用，并针对热泵系统中面临的工质分流不均问题进行了详细分析。与会青年科学家就报告内容展开了热烈讨论。

自由发言环节，青年科学家们围绕工业用高温热泵、热泵与电网及储能的智能结合、热泵用下一代制冷剂、应用于低温环境的热泵、多热源热泵五个议题，从应用场景、技术挑战、发展趋势等方面展开了热烈讨论，结合各自的研究专长，提出诸多创新性的见解。对话交流环节，上海交通大学机械与动力工程学院教授王如竹、清华大学建筑技术科学系教授李先庭与青年科学家们进行了探讨交流。他们分享了各自在热泵技术方向研究的经验和见解，为青年科学家们提供了宝贵的指导和建议。

与会青年科学家一致认为，热泵技术作为实现“双碳”目标的重要手段之一，具有广阔的发展前景和巨大的市场潜力。目前热泵技术的发展需要兼顾高

性能与低成本，特别是在工业应用领域，亟需通过技术创新与政策支持，推动热泵技术的标准化与规模化应用。建议高校、科研院所与企业应加强合作，凝聚科研力量与产业资源，在热泵系统优化、智能化控制、新型制冷剂研发等方面持续开展技术攻关，加强热泵技术的标准化和规范化建设，构建更加高效、低碳的热泵技术体系，助力我国能源结构的绿色转型与可持续发展。



会后，青年科学家们赴“中国建筑科学研究院建筑环境与能源研究院”进行实地考察，参观了地源、空气源、光热热泵等示范项目的运行情况和实际效果，进一步加深了与会人员对热泵技术的认识与理解。

（赵全华 供稿）

第37次全国各省、市、自治区制冷学会秘书长会议在昆明召开

2024年11月22日，由中国制冷学会主办、云南师范大学与云南制冷学会承办的第37次全国各省、市、自治区制冷学会秘书长会议在云南省昆明市召开。中国制冷学会高级顾问孟庆国，中国制冷学会名誉理事长金嘉玮，中国制冷学会监事长刘长永，云南师范大学副校长陈飞、能源与环境科学学院院长陈玉保，云南省制冷学会理事长李明，以及来自各省、市、自治区地方制冷学会的理事长、秘书长及代表共计70余人参加本次会议。



中国制冷学会高级顾问孟庆国，云南师范大学副校长陈飞，云南省制冷学会理事长李明分别致辞。会议由中国制冷学会副秘书长荆华乾主持。

会上，中国制冷学会副秘书长荆华乾传达了中国科协文件精神。中国制冷学会科普部主任李晋灏、会员部张凯分别以“中科协科技志愿服务者招募及全国科普日活动小结”“强会基石-会员发展和服务的重要性”为主题作了报告。参加会议的各省、市、自治区制冷学会代表分别针对所做工作进行了深入交流和

讨论。中国制冷学会高级顾问孟庆国对本次会议进行了总结，并对做好学会工作提出相关意见与建议。

此外，本次会议还对2024年度优秀地方学会、最佳进步地方学会、科普工作优秀单位、科普工作先进单位进行了表彰并颁发获奖证书。会议最后，通过各省、市、自治区制冷学会自主申请和现场投票，确定了2025年第38次各省、市、自治区制冷学会秘书长会议由福建省制冷学会承办。

海尔空气产业一届二次制冷技术专家委员会会议暨同期科技评估会成功举办

2024年11月16—19日，由海尔空气产业主办，中国制冷学会产学研工作联合会、“科创中国”融合创新制冷产业科技服务团共同协办的海尔空气产业一届二次制冷技术专家委员会会议在青岛成功举办。会议邀请中国制冷学会理事长何雅玲院士以及来自清华大学、西安交通大学、北京理工大学、华中科技大学、华南理工大学、北京工业大学、上海理工大学、北京建筑大学的专家共同参与。本次会议就空气产业制冷关键技术及新型产学研合作模式展开了深入的研究和讨论。



一、专家委员会会议-技术路线研讨会

技术路线研讨会上，上海理工大学副校长张华教授带领委员会各位专家与海尔研发团队围绕9个方向共同探讨制冷技术并形成5年技术路线图。

二、专家委员会会议-技术论坛

技术论坛开幕式上，海尔智家副总裁、海尔空气产业总经理宋玉军，中国制冷学会理事长何雅玲院士，青岛市科学技术协会党组成员、副主席刘红英分

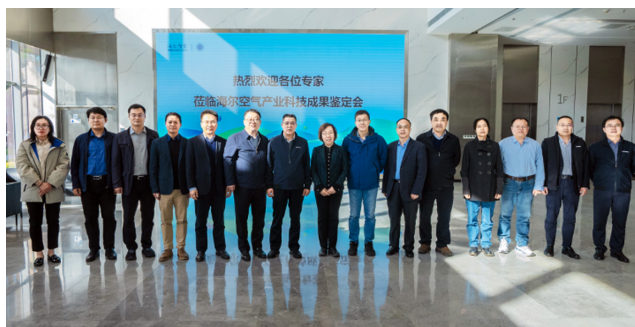
别致辞。开幕式由中国制冷学会副秘书长王从飞主持。

何雅玲院士作题为“制冷新技术之一：辐射制冷技术下的创新思路”的主题报告，海尔空气产业超前研发总监劳春峰作制冷技术委员会运营总结，海尔空气产业制冷技术专家委员会委员们依次作专家报告，介绍前沿制冷技术及团队最新研发成果。

自2023年9月，中国制冷学会协助海尔空气产业成立制冷技术专家委员会以来，双方积极探索以企业为主导的产学研深度融合发展路径，为科技创新积蓄力量，通过建立产学研战略合作关系，逐渐构建起以企业为主体、市场为导向、产学研相结合的技术创新体系。

三、科技评估

会议同期，针对海尔空调“集成式可变模组高效换热器的研究与拓展应用”和“房间空调器动态自适应变频节能舒适关键技术研究及应用”项目，中国制冷学会科技评估工作委员会组织了科技评估会议。



（孙裕坤 供稿）

中国制冷学会“科创中国”综合能源应用科技服务团 赴广州市调研交流

2024年12月2—4日，中国制冷学会“科创中国”综合能源应用科技服务团成员代表一行七人赴广州市调研交流。参与调研交流的人员有：中国制冷学会副秘书长王从飞，中国制冷学会车辆热管理工作委员会主任委员、西安交通大学能动学院党委书记曹锋教授，中国制冷学会新型储能技术及综合能源系统工作委员会主任委员、北京理工大学机械与车辆学院副院长李明佳教授，西安交通大学殷翔副教授，北京理工大学王睿龙博士，中国制冷学会国际合作部主任赵娜、副主任张雯。

与广州市科协交流座谈



服务团成员与广州市科协进行了交流座谈。广州市科协党组成员、副主席赵晓曦，创新发展部部长、一级调研员李荣新，学会学术部部长张寅，创新发展

部副部长焦梦瑜，创新发展部四级调研员于恩宁，科学技术发展中心成果转化部副部长陶惠隽出席座谈会。会上，双方围绕项目推进等事宜进行了深入交流，就未来进一步搭建对接平台、深化合作达成共识。

赴企业实地调研对接

在广州市科协的大力支持和协调下，服务团成员实地走访调研了当地相关企业（国家新型储能制造业创新中心、广东云韬氢能科技有限公司、TWS明美新能源有限公司、广汽埃安新能源汽车产业园、广汽集团汽车工程研究院、小鹏汇天）。围绕企业在新型储能研制、储运及应用以及新能源汽车、低空飞行器电池制冷问题等方面存在的技术难点、卡点进行了深入探讨，针对企业未来发展需求，就关键技术难点与企业开展产学研合作、组织课题攻关、联合人才培养等方面进行了座谈交流。



（赵娜 供稿）

2024 年 CAR-ASHRAE 学生设计竞赛答辩圆满完成

2024年CAR-ASHRAE学生设计竞赛答辩于2024年12月13—15日在无锡圆满完成。本届竞赛共有来自全国57所院校的56支团队报名，其中53支团队提交了有效作品。经过初审和复审两轮评比，7支团队入围答辩，角逐本届竞赛特等奖、一等奖和二等奖。

出席竞赛答辩的评审专家有：中国建筑研究院有限公司总工程师潘云钢教授级高工，北京市建筑设计研究院有限公司设备专业总工程师、建环教指委委员徐宏庆教授级高工，中国中元国际工程公司暖通

空调顾问专业总工李著萱教授级高工，中国建筑西北设计研究院有限公司总工程师周敏教授级高工，同济大学建筑设计研究院（集团）有限公司同励建筑设计研究院院长助理（兼机电所所长）张智力正高级工程师，建环教指委主任、清华大学朱颖心教授，建环教指委秘书长、清华大学李先庭教授。

中国制冷学会副秘书长王从飞，江森自控全球冷水机组技术卓越工程技术总监胡祥华先生，江森自控行业顾问陈汝杰先生以及来自参赛院校的团队同学、

指导教师等近50人到场参与答辩环节。答辩开始前，朱颖心教授、陈汝杰先生分别致辞。



答辩环节正式开始后，7位团队代表依次进行答辩汇报，阐述各自的设计方案及亮点特色，汇报后分别与各位评委专家进行充分交流讨论。答辩汇报后，潘云钢教授级高工作点评总结。

答辩环节后，参赛师生一同前往江森自控无锡研发与制造基地进行参观和交流，听取了关于江森自控集团及无锡制造基地的介绍，参观了江森自控无锡产

品展厅及生产制造一线，并同江森自控的工作人员就大型水冷离心式冷水机组、水冷螺杆式冷水机组、螺杆式/地源热泵机组、离心式/地源热泵机组和各种工业冷冻设备等展开了充分的交流和讨论。

经过激烈角逐，南京工业大学荣获特等奖，桂林电子科技大学、同济大学及新疆大学联合团队、西南交通大学荣获一等奖，长安大学、东北电力大学、山东建筑大学荣获二等奖。竞赛颁奖礼将于2025年中国制冷展（2025年4月27—29日）期间举办，欢迎各院校师生到场观摩、交流。



（答辩回放）



（竞赛结果）

（张雯 供稿）

中国制冷学会新增会员名单

单位会员	单位名称	单位名称
	广州制高冷冻设备有限公司	澳蓝（福建）实业有限公司
	温岭市红宝石真空设备有限公司	山东冰科制冷设备有限公司
	沈阳博科制冷设备有限公司	博世热力技术（上海）有限公司
	北雪环境科技（常州）有限公司	南昌飞达商用设备有限公司
	江苏唯益换热器有限公司	浙江麦迪制冷科技股份有限公司
	伊莱克斯（杭州）家用电器有限公司	

高级会员	姓名	单位	姓名	单位
	朱晓璇	济南大学	王闯	西安交通大学
	邱锦光	福建海峡建筑设计规划研究院	罗春海	重庆浩海机电工程有限公司
	崔建维	安徽江淮汽车集团股份有限公司	邵喆	同济大学建筑设计研究院（集团）有限公司
	武国红	中国通用机械工程有限公司	王秀峰	大连冰山集团
	曾云辉	山东省计算中心(国家超级计算济南中心)	姚明瑶	天津大学
	关翔	中国科学院物理研究所	周君明	南京工业大学
	许峰	南京工业大学	张益铭	华商国际工程有限公司
	卢勇	嘉兴佐帕斯工业有限公司	丁普贤	广州番禺职业技术学院
	孙弘历	四川大学	关博文	西安交通大学
	王冉	天津大学	梅生福	北方信息控制研究院集团江苏曙光光电有限公司
	杨杰	中国电器科学研究院股份有限公司		

第一期全国高等院校建筑环境与能源应用工程专业青年人才支撑计划答辩成功举办

2024年11月11—13日，第一期全国高等院校建筑环境与能源应用工程专业青年人才支撑计划答辩在青岛海信日立空调系统有限公司成功举办。建环教指委主任、清华大学朱颖心教授，青岛海信日立空调系统有限公司开发中心主任任兆亨，建环教指委副主任、哈尔滨工业大学姚杨教授，建环教指委副主任、天津大学张欢教授，建环教指委秘书长、清华大学李先庭教授，中国制冷学会副秘书长王从飞，青岛海信日立空调系统有限公司预研技术部制冷与节能技术平台所长辛电波，建环教指委委员、大连理工大学端木琳教授，建环教指委委员、湖南大学杨昌智教授，建环教指委委员、青岛理工大学胡松涛教授，建环教指委委员、广州大学周孝清教授，建环教指委委员、山东建筑大学张林华教授，青岛海信日立空调系统有限公司技术管理丁相青以及参加答辩的14位青年学者出席会议。



在答辩正式开始前，任兆亨主任、朱颖心教授和王从飞副秘书长分别进行致辞。答辩环节正式开始后，14位青年学者依次进行汇报并就个人以往求学及工作经历、已取得科研成果及创新思维以及未来研究方向等方面与评委嘉宾展开深入交流与探讨。

经评审，华中科技大学邓杰文、西安交通大学关博文、北京工业大学魏文哲3位青年学者入选第一期全国高等院校建筑环境与能源应用工程专业青年人才支

撑计划。

全国高等院校建筑环境与能源应用工程专业青年人才支撑计划旨在强化对建环专业青年人才的发现举荐，加快培养建环专业青年人才，指导青年人才打好职业基础，成长为德才兼备、勇于创新的国家科技领军人才的重要后备力量。该计划由中国制冷学会与教育部高等学校建筑环境与能源应用工程专业教学指导分委员会共同设立，青岛海信日立空调系统有限公司为支撑计划提供支持。

附：第一期全国高等院校建筑环境与能源应用工程专业青年人才支撑计划入选者简介

邓杰文，男，1994年9月出生，现就职于华中科技大学环境科学与工程学院，职称为讲师。

2012.09—2016.07 清华大学 学士

2016.09—2021.01 清华大学 博士研究生

2021.04—2023.02 清华大学 在站博士后

2023.03—至今 华中科技大学 讲师

关博文，男，1993年10月出生，现就职于西安交通大学人居环境与建筑工程学院，职称为助理教授。

2012.09—2016.07 清华大学 学士

2016.09—2021.06 清华大学 博士研究生

2021.07—2022.04 清华大学 科研助理

2022.05—至今 西安交通大学 助理教授

魏文哲，男，1990年6月出生，现就职于北京工业大学建筑工程学院，职称为讲师。

2009.09—2013.06 东北大学 学士

2013.09—2015.07 东北大学 硕士研究生

2015.07—2017.02 宝武钢铁集团宝钢股份有限公司 助理工程师

2017.03—2021.07 哈尔滨工业大学 博士研究生

2021.07—2023.07 北京工业大学 在职博士后

2021.07—至今 北京工业大学 讲师

（张雯 供稿）

2024 年《制冷学报》优秀论文评选结果

为鼓励制冷行业科技工作者切实加强基础研究和关键核心技术攻关，从源头推动我国制冷行业高质量发展，更好支撑制冷行业高水平科技自立自强，中国制冷学会继续组织开展2024年《制冷学报》优秀论文遴选工作。

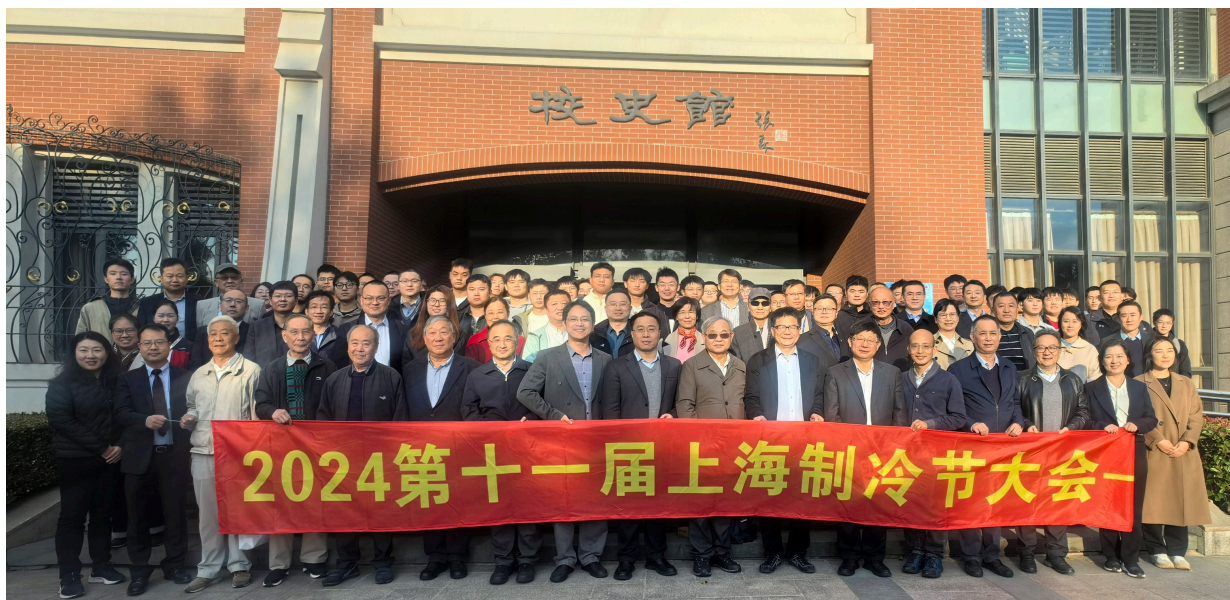
2024年，《制冷学报》共刊登论文106篇，经《制冷学报》青年编委会、《制冷学报》编委会评审及投票推荐，遴选产生2024年《制冷学报》优秀论文12篇。对于入选文章，《制冷学报》编辑部将通过网站、微信公众号等多种渠道和媒介进行宣传。

《制冷学报》将继续紧密跟踪学科重点、热点和难点问题，在编辑出版和学术质量方面迈上一个新的台阶，实现学术引领，更好地服务于制冷行业。

2024 年度《制冷学报》优秀论文评选结果

序号	论文题目	作者	单位	年卷期页码
1	双螺杆制冷压缩机排气压力脉动特性的实验研究	孙时中, 周明龙, 陈文卿, 王闯, 邢子文, 苏柏嘉	中国能源建设集团江苏省电力设计有限公司, 西安交通大学能源与动力工程学院, 西安交通大学苏州研究院, 汉钟精机股份有限公司	2024, 45(1): 28-35
2	泵驱动的制冷剂相变冷板冷却系统实验研究	王泽嵩, 刘金平, 周易, 朱文杰, 陈建勋, 刘凯	华南理工大学电力学院, 广东省能源高效清洁利用重点实验室, 亚热带建筑科学国家重点实验室, 上海海立电器有限公司	2024, 45(1): 36-45
3	用于温室降温的透明辐射薄膜研究	王晨曦, 邓芳芳, 邹豪, 杨荣贵, 王如竹	上海交通大学制冷与低温工程研究所, 华中科技大学能源与动力工程学院	2024, 45(1): 63-69
4	冷水(热泵)机组能效测试方法及能效限定值的对比研究	陶奕玮, 刘剑, 李明霞, 成建宏, 高屹峰, 方元, 张小松	东南大学能源与环境学院, 中国标准化研究院, 国际铜业协会	2024, 45(2): 30-40
5	椭圆型套管-管翅式蒸发式冷凝器传热传质性能及实验研究	李汉林, 谷雅秀, 何跃飞, 刘力文	长安大学建筑工程学院, 山西碧桂园房地产开发有限公司	2024, 45(2): 41-52
6	基于博弈优化算法的综合电热协同网络中热泵系统的智能化运行动态特性研究	梁安琪, 曾爽, 任佳航, 张新月, 曹锋, 余小玲, 宋昱龙, 邢其敬, 杨旭, 马麟	国网北京市电力公司电力科学研究院, 西安交通大学能源与动力工程学院	2024, 45(2): 109-118
7	多联式热泵空调用电子膨胀阀进出口流向控制对节流噪声影响的实验研究	朱天杰, 詹飞龙, 周绍华, 丁国良, 崔国栋, 刁洪福, 王海胜	上海交通大学制冷与低温研究所, 青岛海尔空调器有限总公司	2024, 45(3): 81-88
8	电动车跨临界 CO ₂ 热系统充注定量需求规律及非适充系统失稳特性	王从飞, 贾凡, 殷翔, 曹锋	中国制冷学会, 西安交通大学能源与动力工程学院, 西安交通大学国家储能技术产教融合创新平台(中心)	2024, 45(4): 59-67
9	有限空间内制冷剂遭遇障碍物的扩散分布特性和燃爆区域研究	李亚伦, 周培旭, 叶恭然, 庄园, 严昱昊, 欧阳洪生, 韩晓红	浙江大学制冷与低温研究所 浙江省制冷与低温技术重点实验室, 含氟温室气体替代及控制处理国家重点实验室 浙江省化工研究院有限公司	2024, 45(5): 71-83
10	准二级高温热泵循环的性能分析及实验研究	孙文倩, 黄国华, 谷再丰, 杜伟伟, 唐明生, 吴伟	同方智慧能源有限责任公司, 清华大学建筑节能研究中心, 中国科学院理化技术研究所, 中国科学院空间功热转换技术重点实验室, 香港城市大学能源及环境学院	2024, 45(5): 98-104
11	高储能密度三相吸收式储热系统的设计与测试	游锦方, 高金彤, 闵恒, 刘巍巍, 江龙, 王如竹, 徐震原	上海交通大学制冷与低温工程研究所, 中建三局集团有限公司	2024, 45(6): 33-40
12	微通道换热器两级均液竖直集管设计及两相分配特性	王晓宇, 宋分平, 谢李高, 董超, 赵日晶, 黄东	西安交通大学制冷与低温工程系, 广东美的制冷设备有限公司	2024, 45(6): 114-125

2024 第十一届上海制冷节大会成功举办



2024年11月23日，第十一届上海制冷节大会在上海理工大学军工路校区成功举办，大会的主题为“制冷空调与新质生产力”，来自学会、协会、企业、高校等约220余人参会。上海制冷节大会由上海市制冷学会与上海冷冻空调行业协会、上海冷链协会、上海市冷冻食品行业协会联合主办，由上海市制冷学会牵头，每两年举办一次。

大会开幕式

大会开幕式由上海制冷节组委会主任黄永华和组委会副主任邵乃宇主持。上海市制冷学会理事长张旭教授，上海市科学技术协会学术部（创新服务部）副部长朱慧，中国制冷学会副理事长王如竹教授先后致辞。

大会报告

同济大学周翔教授和上海交通大学杜志敏副教授主持大会报告，上午的主题报告围绕“制冷空调与新质生产力”，内容涵盖制冷技术前沿研究、人工智能技术在制冷空调中的创新应用，以及企业发展的深度对话等方面。上海碳索能源公司首席科学家、上海碳之衡能源公司董事长兼总经理于兵，上海交通大学副教授杜志敏，上海交通大学助理教授陈栋宇在会上作报告。

下午的技术交流报告，围绕“‘双碳’目标、制冷先行”，8家著名企业先后发言，介绍企业的新产品和新技术，推动行业绿色低碳发展。

第十一届上海制冷节颁奖、颁证仪式

上海制冷节组委会常务副主任章学来教授主持了大会颁奖、颁证仪式，颁奖嘉宾上海市制冷学会理事长张旭、上海市制冷学会秘书长黄永华、上海冷链协会名誉会长刘龙昌、上海市冷冻食品行业协会副秘书长薛海湧分别为9家企业颁发上海市制冷学会和上海制冷节组委会授予的“特别贡献奖”，为4位“上海制冷节”科普活动积极分子颁奖。

2023—2024年度“开利杯”《制冷技术》优秀论文奖颁奖仪式

《制冷技术》主编王如竹教授主持了2023—2024年度“开利杯”《制冷技术》优秀论文奖颁奖仪式。上海制冷学会秘书长黄永华、副秘书长高屹峰为二等奖获得者颁奖，上海制冷学会理事长张旭、副理事长丁国良为一等奖获得者颁奖，王如竹教授和开利产品市场经理杨利明为特等奖获得者颁奖。最后，王如竹教授向开利空调销售服务（上海）有限公司颁发了“行业创新推动奖”。

闭幕式

闭幕式由黄永华教授主持。黄永华教授向所有参与者表示衷心感谢，并期待未来能有更多机会，促进制冷空调行业内的深入交流与合作，共同推动行业的持续发展与进步。

（上海制冷学会 供稿）

江苏省制冷学会成立四十周年庆祝活动暨学术报告大会在南京召开

2024年12月10—11日，江苏省制冷学会成立四十周年庆祝活动暨学术报告大会在南京召开，来自设计院、高校、企业的专家及参会嘉宾共300余人参会。



会议开幕式由江苏省制冷学会秘书长蔡德洪主持，江苏省制冷学会理事长张建忠，中国制冷学会高

级顾问孟庆国等致辞。

本次大会为江苏省制冷学会作出贡献的个人会员与企业会员颁发了荣誉证书，包括“杰出贡献荣誉称号”“特别奉献荣誉称号”“5A级优秀会员企业荣誉称号”等多项荣誉。

学术报告环节，邀请了国际制冷学会科技理事会副主席兼E学部主席、清华大学李先庭教授，中国建筑科学研究院建筑环境与能源研究院副院长、中国制冷学会副理事长路宾，上海市制冷学会理事长、同济大学张旭教授等6位专家以“热湿负荷与能源品位均匹配的高效热湿处理流程构建方法”“‘双碳’目标下暖通空调产业发展与趋势”“间歇运行的户式空调器容量确定方法与节能运行研究”等为题作大会报告。此外还有十余家知名品牌企业的新产品和新技术报告。

（江苏省制冷学会 供稿）

天津市制冷学会 2024 年学术年会暨约克 VRF “碳索未来 万象更新” 研讨会在天津举办



2024年12月6日，由天津市制冷学会主办的2024年学术年会暨约克VRF“碳索未来 万象更新”研讨会在天津举办。本次会议以“新质生产力服务制冷空调设

备更新升级”为主题，天津市制冷学会名誉理事长马一太教授，天津市制冷学会理事长申江教授等出席会议。来自制冷空调设备相关的行业专家、学者、工程技术人员以及知名厂家代表，共计120余人参会。

大会开幕式由天津市制冷学会副理事长兼秘书长杨永安教授主持，天津市制冷学会理事长申江教授致辞。会议学术报告环节邀请了清华大学杨旭东教授、天津大学刘俊杰教授等7位专家围绕分布式建筑能源、轨道交通通风空调、数据中心液冷等方面进行报告。天津市制冷学会名誉理事长马一太教授作总结致辞，本次会议圆满落幕。

（天津市制冷学会 供稿）

中国制冷学会 2025 年活动计划表

序号	活动名称	主要内容	时间	规模 (人)	地点	联系人	电话
1	2024 年中国制冷技术研究及应用进展论坛	介绍“双碳”背景下，制冷行业技术、产品及标准、制冷产业总体发展情况、产业未来发展趋势、系统设备及关键零部件的新技术新产品、重点细分领域的技术发展及新产品等最新研究进展。	2025年 3月	200	待定	范薇	13511007742
2	2025 数据中心冷却高峰论坛（长三角）	数据中心冷却技术、设备、系统解决方案，《中国数据中心冷却技术年度发展研究报告 2024》发布。	2025年 4月 1—3日	500	上海	张晓宁 赵国君	010-68719983
3	2025 CHPC 中国热泵—工业高温热泵论坛	探讨工业高温热泵产业在国内外的发展趋势，交流高温热泵技术在各个不同领域的发展现状及未来方向。	2025 年 第一季度	300	济南	高恩元 张凯	010-68711615
4	冷冻空调设备新标准专题技术报告会	围绕近年来全国冷冻空调设备标准化技术委员会（SAC/TC238）的工作重点，对新标准的制修订进展进行详细解读，同时结合行业标准化热点问题，向行业传递最新的标准化资讯。	2025 年 4 月上旬（半天）	60	上海	马金平	18055112711
5	2025 CAR-ASHRAE 技术交流会	会议将邀请中美双方技术、产业专家从节能、环保等领域进行深入研讨。并解读 ASHRAE 最新标准和技术文件。	2025 年 4 月 26 日	150	上海	高恩元 张凯	010-68711615
6	2025 中国制冷展“产学研融合路演”	在 2025 年中国制冷展期间组织“产学研融合路演示范专区”，路演专区分为 2 大板块：1.“科技成果转化优秀案例”：以实物/模型的形式展示已成功转化的科技成果，并分享产学研合作的经验；2.“转移转化技术路演”：对有合作意愿的最新研究方向或成果，以“海报展示”结合“宣讲对接会”的形式开展路演。	2025 年 4 月 27—29 日	1000	上海	孙裕坤	010-68712422
7	2025 年中国汽车热系统学术年会	会议将邀请来自国家相关政策制定和研究部门、国内外行业组织和专业机构、高校、科研院所、主机厂、系统集成商、零部件供应企业及配套服务企业等的专家、学者，开展全面、深入地研讨和交流行业发展痛点和热点问题，探索产业健康发展之路。	2025 年 5 月 9—11 日	800	重庆	殷翔	15109214408
8	2025 年中国制冷学会（单位）会员大会	会议将围绕前沿技术应用、低碳发展路径及行业未来趋势展开深入交流，共同探索制冷行业的新机遇。	2025 年 5 月下旬	500	西安	吴彤 张凯 高恩元	010-68711615
9	第二十期制冷空调产品检测技术及试验装置操作维护培训班	围绕制冷试验装置原理与操作、相关标准法规、认证认可等方面进行深入的学习和研讨。	2025 年 6 月中旬 (3 天)	80	合肥	吴俊峰	13856047814

序号	活动名称	主要内容	时间	规模 (人)	地点	联系人	电话
10	2025 中国制冷学会青年科技工作者发展论坛	从科研方向选择、教学经验介绍、交叉研究探索、成长经验分享、前沿科技成果研讨等方面引导青年科技工作者在教学、科研、科技创新道路上健康成长。	2025 年 6 月	200	上海	范薇	13511007742
11	世界制冷日 + 热泵日	制冷、空调、热泵相关新技术、新产品。	2025 年 6 月 26 日	5000	线上	张晓宁 赵国君	010-68719983
12	2025 年第十届压缩机与制冷国际会议	本届会议在“双碳”目标背景下，研讨范围将涵盖容积式压缩机、透平式压缩机及其系统，制冷、低温、空调与热泵，以及压缩气体储能、汽车热管理、氢能等领域的最新发展成果及应用方向研究。	2025 年 7 月 9—11 日	500	西安	赵娜	010-68712422
13	2025 中国轻型商用制冷产业年会	探讨行业打造高品质轻商全体系解决方案，从而推动和实现产业整体的升级转型。	2025 年 8 月	300	待定	孙裕坤	010-68712422
14	第五届“一带一路”可持续制冷与空调国际研讨会	绿色可持续空调技术、可再生能源在制冷空调领域的利用、制冷空调的能效提升与节能管理、蒸发冷却技术的发展与应用、地源热泵，热泵技术的发展与应用、建筑节能新技术、储能技术、数据中心高效冷却技术。	2025 年 8 月 6—8 日	200	香港	王若楠 赵国君	010-83510099-683 010-68719983
15	制冷低温及暖通空调技术交流会	搭建技术交流平台，围绕双碳背景下制冷、低温、暖通领域行业发展的新技术、新产品、新方法开展专题技术交流与研讨，推动行业高质量发展。	2025 年 8 月中下旬 (1 天)	80	合肥	吴俊峰	13856047814
16	2025 CHPC 中国热泵—热泵产业生态大会	促进国内外热泵领域技术交流，推进我国热泵产业高效绿色发展，构建热泵技术产学研用的科技创新平台，推荐热泵先进技术、设备和元器件以及优秀工程案例。	2025 年第三季度	800	天津	高恩元 张凯	010-68711615
17	2025 CHPC 中国热泵—热泵低碳供热创新技术与应用高峰论坛	探讨热泵产业在国内外的发展趋势，会议将涵盖热泵技术的最新研究成果、市场发展趋势、政策环境分析以及实际应用案例分享等。	2025 年第三季度	500	待定	高恩元 张凯	010-68711615
18	第十九届全国冷链大会暨第十六届全国冷冻冷藏产业创新发展年会	围绕我国冷链产业发展，邀请政府官员、专家学者、生产企业、用户一起分享交流最新的技术进展及当前形势下企业面临的挑战与机遇，共同促进产业的繁荣发展。	2025 年 9 月	800	待定	赵全华 王波	01068457336 15101021382 18047287597

序号	活动名称	主要内容	时间	规模 (人)	地点	联系人	电话
19	2025 年制冷节能降碳与制冷剂替代技术发展会议	会议将邀请来自相关政策制定和研究部门、国内外行业组织和专业机构、高校、科研院所、制冷剂生产企业和制冷设备制造企业的专家、学者，聚焦制冷剂替代和制冷节能降碳等关键性问题开展全面、深入的研讨和交流。	2025 年 10 月	300	广东	赵娜	010-68712422
20	全国制冷标准化技术委员会 (SAC/TC119) 2025 年年会及标准研讨会	围绕与 TC 119 领域相关的行业，邀请政府、科研机构、生产企业、检测认证机构、用户一起研讨本领域标准化体系、分享制冷行业标准化动态；同时完成各项国标、行标、团标制修订工作以及提出新的计划。	2025 年 11 月	100	待定	王波 赵全华	01068457336 18047287597
21	第十七届全国低温工程大会	会议主要内容：1、召开低温专业委员会组织委会和学术委员会会议；2、召开全员大会，邀请业界代表进行大会报告；3、召开分组会议，按照以下五个方向充分交流：1) 低温材料和基础研究；2) 大型低温制冷系统；3) 小型低温制冷机；4) 低温应用技术；5) 新型制冷技术。4、扩大展览展示规模，发挥“会展联动”效应，将学术和技术研究成果与市场需求相结合，共建技术和企业生态圈。	2025 年 11 月上旬	500 人左右	广州中山	王少刚	13910951851
22	2025 中国制冷学会学术年会	制冷空调系统及设备、室内空气品质及环境、热力学及传递过程、食品科学及冷藏运输、热泵、能量回收、低温物理、低温工程、气体液化与分离技术。	2025 年 11 月下旬	1500	待定	张晓宁 赵国君	010-68719983
23	第十六届海峡两岸冷冻空调学术暨技术交流会	空调系统节能技术、强化换热技术、洁净室技术、建筑节能技术、计算流体力学 (CFD)、冷冻空调控制、纳米技术、合同能源管理、真空与超低温、蓄冷空调、防火排烟与通风、冷热电联产系统、电子冷却技术、室内空气质量、冷冻空调设备能效、新能源与可再生能源等。	2025 年 12 月 1—7 日	200	台湾地区	张晓宁 赵国君	010-68719983
24	第七届“中国制冷空调专业产学研论坛”	制冷空调专业新技术、新产品。	2025 年 第三 / 四季度	400	西安	王若楠 赵国君	010-83510099 -683 010-68719983
25	中国制冷学会新型储能技术及综合能源系统工作委员会学术年会 (暂定名)	围绕新型储能技术及综合能源系统，邀请相关嘉宾进行研讨交流。	待定	待定	待定	张雯	010-68719976

2025 年制冷节能降碳与制冷剂替代技术发展会议第一轮通知

为服务国家推进《基加利修正案》履约工作，促进我国制冷产业探索和实践绿色低碳发展路线，助力我国实现“双碳”目标，中国制冷学会拟于2025年10月在广东省召开“第二届制冷节能降碳与制冷剂替代技术发展会议”。

会议将邀请来自相关政策制定和研究部门、国内外行业组织和专业机构、高校、科研院所、制冷剂生产企业和制冷设备制造企业的专家、学者，聚焦制冷剂替代和制冷节能降碳等关键性问题开展全面、深入的研讨和交流。

会议将与UNEP TEAP RTOC（联合国环境规划署技术和经济评估组制冷技术选择委员会）2025年第2次工作会议同期举办。

现将初步的会议信息通知如下：

一、组织机构

主办单位：中国制冷学会

承办单位：中国制冷学会制冷节能降碳与制冷剂替代工作组、中山大学

二、会议时间

2025年10月，具体时间待定。

三、会议地点

广东省，具体地点待定。

四、会议内容

1. 中国及国际制冷剂替代政策分析
2. 中国制冷剂替代技术路线研究
3. 不同细分领域制冷剂替代与能效提升关键技术
4. 自然制冷剂应用技术

5. 新型制冷剂研发和应用

6. 国际论坛

7. 其他相关内容

会议于2024年12月1日起，接受以论文或PPT形式投稿，但不出版论文集。稿件请发送至 cert2025@car.org.cn，文件名应为“第一作者姓名+论文或PPT题目”。以论文形式投稿，格式请参照“《制冷学报》稿件修改具体格式要求”，篇幅不超过8页。会议组织审查后择优推荐至《制冷学报》发表。

投稿截止日期：2025年5月30日

报告邀请通知截止日期：2025年7月30日

五、支持会议

会议接受行业支持。有意向自愿提供支持的单位，请联系会议。

六、联系人

中国制冷学会（制冷节能降碳与制冷剂替代工作组）

赵娜 010-68712422, 13718993220,

nzhao@car.org.cn

应雨铮 15353595212,

yingyz22@mails.tsinghua.edu.cn

中山大学

李廷勋 教授, 13533509330,

litx@mail.sysu.edu.cn



（稿件修改要求）

关于组织 2025 中国制冷展“产学研融合路演示范专区”的通知

第三十六届中国制冷展将于2025年4月27—29日在上海举办。在“双碳”和“能源革命”的大背景下，制冷产业面临重要的发展机遇。为了在制冷领域促进产学研深度融合，推动科技创新，助力中国制冷产业加快向绿色低碳发展转型升级并实现全球引领，中国制冷展计划在2025年中国制冷展期间继续组织“产学研

融合路演示范专区”（以下简称“路演专区”）。

“路演专区”由中国制冷展组委会主办，中国制冷学会承办，“科创中国”融合创新制冷产业科技服务团和中国制冷学会产学研融合工作委员会共同协办。现面向行业征集以下内容：

一、科技成果转化优秀案例

相关科技成果应由高校、研究院所与企业合作完成，或高校、研究院所独立完成且已成功转化，成果具备突出的先进性、创新性，已形成产品投产上市，创造了较为显著的经济效益。可以由企业和高校、科研院所联合报送，也可以由高校、科研院所孵化的科技企业独立报送。要求报送的科技成果未在往届中国制冷展产学研融合路演示范专区展出。

有意向参与的单位请填写“附件1”，并于2025年1月15日前返回。我会将组织专家对申报成果进行遴选，确定入选成果。成果遴选以“附件1”申报内容为主要依据。

要求入选案例在2025制冷展期间“路演专区”展示区进行实物或模型展示。展示免费，运输、布展等费用由申请人自行承担。展示成果除入选案例的产品、技术相关内容外，还可通过展牌、视频等方式介绍产学研合作的相关经验。

二、技术路演

来自高校、研究院所的科技工作者以个人为单位报送有合作意愿的最新研究方向或成果，重点面向

青年科技工作者。请于2025年1月15日前提交“附件2”。我会将组织专家遴选其中有转移、转化潜力的项目，以“海报展示”结合“宣讲对接会”的形式开展路演，促进企业对科技工作者科研方向及成果深入了解，推动项目合作及科技成果落地转化。展示和会议对申请人免费。遴选以“附件2”涉及内容为主要依据；入选项目后续应按照主办方提供的海报和技术交流模版，准备海报和会议报告。

附件：1. 科技成果转化优秀案例展出申请表；
2. 技术路演申请表

联系人：

中国制冷学会

孙裕坤、王从飞

电话：010-68712422，18513665468

Email: yksun@car.org.cn、cfwang@car.org.cn



（附件下载）

国家发展改革委 财政部关于 2025 年加力扩围实施大规模设备更新和消费品以旧换新政策的通知

为全面贯彻党的二十大和二十届二中、三中全会精神，认真落实中央经济工作会议部署，根据《推动大规模设备更新和消费品以旧换新行动方案》，国家发展改革委 财政部于2025年1月5日发布关于2025年加力扩围实施大规模设备更新和消费品以旧换新政策通知具体内容如下：

一、加力推进设备更新

（一）加大重点领域设备更新项目支持力度。增加超长期特别国债支持重点领域设备更新的资金规模，在继续支持工业、用能设备、能源电力、交通运输、物流、环境基础设施、教育、文旅、医疗、老旧电梯等设备更新基础上，将支持范围进一步扩展至电子信息、安全生产、设施农业等领域，重点支持高端化、智能化、绿色化设备应用。鼓励有条件的地方以工业园区、产业集群为载体，整体部署并规模化实施设备

更新。重点领域设备更新项目由国家发展改革委同有关部门采取投资补助等方式予以支持，总体按照“地方审核、国家复核”的方式进行筛选把关，简化申报审批流程，切实提高办事效率。

（二）加力实施设备更新贷款贴息。发挥科技创新和技术改造再贷款政策工具作用，对符合有关条件经营主体设备更新相关的银行贷款本金，在中央财政贴息1.5个百分点基础上，国家发展改革委安排超长期特别国债资金进行额外贴息，进一步降低经营主体设备更新融资成本。依托推动“两新”部际联席会议制度，加强设备更新贷款贴息跨部门统筹协调和信息反馈，全链条优化项目申报、要件审核、清单推送、资金发放等操作流程，增强政策透明度和知晓度。

（三）加快存量设备评估诊断和项目储备。对标技术、能耗、排放、安全等强制性标准和产业结构调整

指导目录、设备淘汰目录等，深入开展工业、农业、能源、建筑、交通、教育、文旅、医疗等领域存量设备评估诊断，分领域分行业明确设备更新目标任务和实施方案。依托国家重大建设项目库，加强重点领域设备更新项目常态化储备，强化各类要素保障，提高项目成熟度和可落地性。完善激励和约束相结合的长效机制，依法依规淘汰落后低效设备。

（四）加强老旧营运船舶报废更新项目实施。完善老旧营运船舶报废更新补贴实施方式，继续支持符合条件的老旧营运船舶报废更新。强化老旧营运船舶报废更新项目谋划和跟踪调度，推动项目高效实施。

（五）扩围支持老旧营运货车和农业机械报废更新。在落实2024年支持政策基础上，将老旧营运货车报废更新补贴范围扩大至国四及以下排放标准营运货车，补贴标准按照《关于实施老旧营运货车报废更新的通知》（交规划发〔2024〕90号）执行。在《关于加大工作力度持续实施好农业机械报废更新补贴政策的补充通知》（农办机〔2024〕5号）基础上，将水稻抛秧机纳入报废更新补贴范围，参照水稻插秧机报废补贴政策予以支持；报废并更新购置采棉机，报废最高补贴额由单台6万元提高至8万元；将田间作业检测终端、植保无人机、粮食干燥机（烘干机）、色选机、磨粉机纳入报废更新补贴范围，由各地区按照规定测算报废更新补贴标准；各地区可自行确定的报废更新补贴农机种类范围上限由6个提高至12个。

（六）提高新能源城市公交车及动力电池更新补贴标准。加力推进城市公交车电动化替代，更新车龄8年及以上的城市公交车和超出质保期的动力电池，平均每辆车补贴额由6万元提高至8万元。各地可保持动力电池更新补贴标准基本稳定，并自主确定车辆更新补贴标准。交通运输部指导各地区做好优惠政策衔接和平稳有序过渡。

二、扩围支持消费品以旧换新

（七）优化消费品以旧换新资金分配。继续向地方直接安排超长期特别国债资金，用于支持消费品以旧换新。国家发展改革委商财政部综合各地区常住人口数量、地区生产总值、汽车和家电保有量、2024年消费品以旧换新政策及资金执行情况等因素，合理确定对各地区支持资金规模，资金分配向2024年消费品以旧换新工作成效较好的地区适度倾斜。各地区要聚焦重点领域，优先支持大宗耐用消费品以旧换新，探索

补贴政策与金融支持联动，充分发挥政策资金撬动作用，推动高质量耐用消费品更多进入居民生活。

（八）扩大汽车报废更新支持范围。在《关于进一步做好汽车以旧换新有关工作的通知》（商消费函〔2024〕392号）基础上，将符合条件的国四排放标准燃油乘用车纳入可申请报废更新补贴的旧车范围。个人消费者报废2012年6月30日前（含当日，下同）注册登记的汽油乘用车、2014年6月30日前注册登记的柴油及其他燃料乘用车，或2018年12月31日前注册登记的的新能源乘用车，并购买纳入《减免车辆购置税的新能源汽车车型目录》的新能源乘用车或2.0升及以下排量燃油乘用车，购买新能源乘用车单台补贴2万元、购买2.0升及以下排量燃油乘用车单台补贴1.5万元。个人消费者按本通知标准申请补贴，相应报废的机动车须为本通知公布之日前登记在本人名下的机动车。

（九）完善汽车置换更新补贴标准。个人消费者转让登记在本人名下乘用车并购买乘用车新车的，给予汽车置换更新补贴支持，购买新能源乘用车单台补贴最高不超过1.5万元，购买燃油乘用车单台补贴最高不超过1.3万元。个人消费者按本通知标准申请补贴，转让的既有乘用车登记在本人名下的时间最迟不得晚于本通知公布之日。汽车置换更新补贴实施细则由各地区按照本通知要求并结合实际合理制定。

（十）加力支持家电产品以旧换新。继续支持冰箱、洗衣机、电视、空调、电脑、热水器、家用灶具、吸油烟机8类家电产品以旧换新，将微波炉、净水器、洗碗机、电饭煲等4类家电产品纳入补贴范围。个人消费者购买上述12类家电中2级能效或水效标准的产品，补贴标准为产品销售价格的15%；1级能效或水效标准的产品，补贴标准为产品销售价格的20%。每位消费者每类产品可补贴1件（空调产品最多可补贴3件），每件补贴不超过2000元。2024年已享受某类家电产品以旧换新补贴的个人消费者，2025年购买同类家电产品可继续享受补贴。

（十一）实施手机等数码产品购新补贴。对个人消费者购买手机、平板、智能手表手环等3类数码产品（单件销售价格不超过6000元），按产品销售价格的15%给予补贴，每位消费者每类产品可补贴1件，每件补贴不超过500元。

（十二）积极支持家装消费品换新。加大对个人消费者在开展旧房装修、厨卫等局部改造、居家适老化

改造过程中购置所用物品和材料的补贴力度，积极促进智能家居消费等。补贴品类、标准、限额和实施方式由有关部门指导各地区结合实际合理确定。

（十三）加快推进电动自行车以旧换新。各地区要进一步完善补贴实施细则，优化补贴方式，简化操作流程，加强市场监管，加快推进电动自行车以旧换新。对个人消费者交售用于报废的老旧电动自行车并换购新车的，给予以旧换新补贴；对交售用于报废的老旧锂离子蓄电池电动自行车并换购铅酸蓄电池电动自行车新车的，可适当加大补贴力度。电动自行车以旧换新补贴标准由有关部门指导各地区结合实际合理制定。

三、加快提升回收循环利用水平

（十四）加强回收循环利用能力建设。继续安排超长期特别国债资金支持高水平回收循环利用项目建设。支持中国资源循环集团有限公司加快设立全国性、功能性资源回收再利用平台，畅通资源循环利用链条。支持供销合作社系统发挥基层网点优势，加快健全标准化规范化回收利用网络，推动生活垃圾收运体系和再生资源回收体系“两网融合”。加强回收循环利用重大技术装备科技攻关，培育一批资源循环领域骨干企业。

（十五）促进二手商品交易和再制造产业升级。推动二手商品流通试点建设，鼓励“互联网+二手”模式发展。支持平台企业、第三方机构提供二手商品质量检验服务、信息擦除检验服务。支持符合质量等相关要求的二手车出口。鼓励对具备条件的废旧机电设备实施再制造，再制造产品质量特性和安全环保性能应不低于原型新品。面向自由贸易试验区复制推广重点行业再制造产品进口试点措施。

（十六）支持废弃电器电子产品回收处理。2025年中央财政继续安排专项资金，采取“以奖代补”方式支持废弃电器电子产品回收处理工作，促进行业健康发展。尽快出台废弃电器电子产品处理专项资金管理办法配套文件，明确纳入资金支持范围的企业标准和所需条件，引导企业环保化、规范化拆解。

（十七）推动资源回收利用行业高质量发展。加快推行资源回收企业向自然人报废产品出售者“反向开票”，规范资源回收利用行业税收秩序。实施再生材料推广应用专项行动，落实生产者责任延伸制度，支持汽车、电器电子产品等生产企业提高再生材料应用

比例。严厉打击“作坊式”回收拆解，依法依规查处非法回收拆解报废机动车、废弃电器电子产品、退役新能源设备、退役动力电池等行为。

四、充分发挥标准提升牵引作用

（十八）加快标准制定修订。对标国际先进水平，提升重点行业和重要设备强制性技术、能耗、排放等指标要求，推进汽车、家电、家装等大宗耐用消费品质量和安全标准升级，加快制定智能家居、数码产品等领域能效或水效标准。强化资源循环利用领域标准供给，研究制定报废机动车、废弃电器电子产品、退役新能源设备、退役动力电池等重点领域回收拆解和循环利用标准。2025年底前按期完成“两新”领域标准提升行动方案明确的全部294项重点国家标准制定修订任务。

（十九）强化标准执行监督。聚焦重要标准执行情况，完善质量监督抽查制度，将家电、家具及建筑装饰装修材料、电子及信息技术产品、交通用具及相关产品纳入全国重点工业产品质量安全监管目录。研究将“两新”领域重点国家标准执行情况纳入中央质量督察考核。继续扩大能效和水效标识实施范围，组织遴选产品设备能效和水效“领跑者”。严格执行能耗、污染物排放等强制性标准，提升标准约束力。

五、加强组织实施

（二十）加强组织领导。国家发展改革委发挥“两新”部际联席会议制度牵头部门作用，会同财政部安排2025年超长期特别国债资金加力扩围实施“两新”政策，加强统筹协调和跟踪调度。商务部、交通运输部、农业农村部等部门按职责分工加快细化相关领域补贴标准，完善实施细则，抓紧组织地方落实好相关领域政策。商务部整合全国通用的消费补贴数据平台，做好数据共享和自动比对，简化审核流程，提升监管能力。各省级人民政府要结合实际抓紧落实加力扩围实施“两新”政策，压实各方责任，强化协调推进，把握工作节奏，充分发挥积极性、主动性、创造性，持续放大“两新”政策效应。

（二十一）强化资金支持。国家发展改革委牵头安排超长期特别国债资金支持设备更新，用于落实本通知第（一）（二）（四）以及（十四）条所列支持政策和符合条件的项目建设；直接向地方安排超长期特别国债资金支持消费品以旧换新，用于落实第（八）（九）（十）（十一）（十二）（十三）以及（五）

（六）条所列支持政策。直接向地方安排的资金总体按照9:1的原则实行央地共担，东部、中部、西部地区中央承担比例分别为85%、90%、95%。各省级财政根据中央资金分配情况按比例安排配套资金，省以下经费分担办法由省级财政确定。各地区要严格执行本通知明确的相关领域支持标准，其他领域具体支持标准和品类由各地区结合实际合理确定，确保资金投向符合“两新”政策要求。各地区要及时完成2024年消费品以旧换新补贴资金清算，做好相关支持政策跨年度顺畅衔接和平稳有序过渡。若某地区用完中央下达的消费品以旧换新资金额度，则超出部分由该地区通过地方资金支持，中央不再负担。截至2025年12月31日未用完的中央下达消费品以旧换新资金额度收回中央。

（二十二）优化参与门槛。各地区要合理确定、及时更新参与消费品以旧换新活动的经营主体名单，不得以销售额、垫资能力等为由限制经营主体参与，要一视同仁支持线上、线下经营主体，以及不同所有制、不同注册地、不同规模经营主体参与活动。在做好风险防控的前提下，各地区结合实际预拨部分资金到相应支付平台或经营主体，提高资金清算效率，降低企业垫资和经营压力。

（二十三）简化补贴流程。各地区要以便民、惠民为宗旨，通过群众广泛知晓、日常使用频次较高的政务平台、手机应用程序等发放消费品以旧换新补贴资格，从源头上减少信息多头重复填报。不得限制消费者的付款方式和支付凭证类型，不得以参加活动为由要求经营主体采购新的支付设备。优化汽车、家电等消费品以旧换新补贴审核流程，加强跨部门数据联通共享，推动机动车回收证明等凭证电子化，实行多部门联合审联批，减少非必要审批层级和环节。在做好资金监管的前提下，各地区要明确从审核通过到资金拨付消费者的时限要求，力求及时高效兑现补贴优惠。

（二十四）规范市场秩序。各地区要组织参与消费品以旧换新活动的经营主体实施产品销售价格公开承诺。对发现存在不履行价格承诺、“先涨价后打折”等价格违法行为，以及套取补贴资金的经营主体，要第一时间取消其参与活动资格，并追缴国家补贴资

金。畅通消费者举报投诉渠道，加强消费品质量监督抽查，严厉打击以假充真、以次充好、以旧充新、以不合格产品冒充合格产品，以及伪造冒用能效水效标识等行为。依法依规严肃处理骗取套取国家补贴资金等违法行为，涉嫌犯罪的移送司法机关依法严厉查处。各地区要落实加快建设全国统一大市场要求，打破地方保护，破除地域和渠道限制，促进公平竞争。

（二十五）加强项目资金监管。有关部门要按照职责分工，加强对地方项目实施和资金使用的全链条督促指导，统筹开展线上监控预警和线下实地核查，坚决防范资金分配不及时、使用迟缓、挤占挪用等问题。各省级人民政府是项目和资金管理第一责任主体，要严格管理超长期特别国债资金，开展设备更新项目日常调度和现场督导，要严格执行国库集中支付制度，守牢资金使用红线底线，不得虚列支出、虚报支出、以拨代支，避免资金沉淀闲置。对于不符合上述要求、违反财经纪律的，要及时收回资金，依法依规严肃追究相关人员责任。

（二十六）加强跟踪评估。国家发展改革委同有关部门加强对各地区、各领域加力扩围实施“两新”政策的评估督导，督促重点任务落实，协调解决难点堵点问题。有关部门和各省级人民政府要对工作推进、项目实施、资金使用、绩效目标实现等情况开展自评自查，及时将资金使用和绩效目标完成等情况报送国家发展改革委、财政部。国家发展改革委商财政部汇总形成绩效评估报告，并将评估结果作为后续优化资金安排的重要依据。

（二十七）强化宣传引导。各地区各有关部门要大力宣传“两新”政策进展成效，及时做好政策解读，积极回应社会关切。各地区要深入社区、企业等基层一线开展形式多样的宣传活动，细化解读“两新”政策内涵和具体操作方式。加强政府、企业、社会组织协作配合，推广典型模式和先进经验，大力营造良好社会氛围。

（信息来源：中华人民共和国
国家发展和改革委员会）



国家发展改革委发布《西部地区鼓励类产业目录（2025 年本）》

为推动西部大开发形成新格局，促进发展特色优势产业，因地制宜发展新兴产业，加快产业转型升级，国家发展改革委于2024年11月27日发布《西部地区鼓励类产业目录（2025年本）》。部分与制冷行业相关的西部地区鼓励类产业目录如下：

一、重庆市

国家算力枢纽节点内绿色数据中心和算力中心建设及运营，工业余热、余压、压差、发生气综合利用技术开发及应用。

二、四川省

农产品产地贮存、保鲜、烘干等初加工设施建设与运营，种子生产加工机械、烘干设备制造，农产品贮存、保鲜、烘干、加工设备研发及制造，工业节能降耗技术开发及应用（余热、余压、余气等利用）。

三、陕西省

风电、光伏、氢能、地热、生物质等新能源、新型储能及相关装置制造产业，地热能勘探、开发和利用，地热、氢能等新能源产业运营服务，综合能源供能服务设施运营，冷、热、电、气等多种能源协同互济的综合能源技术应用，城镇清洁取暖设施运营，汽车用空调，物流业相关的仓储设施建设和商贸服务、

农产品物流业，超越一级能效的微耗电冷暖空调系统研发及制造。

四、甘肃省

种子烘干设备制造与升级，低温液氢储氢罐体等装备制造，真空获得技术研发，低温装备、低温贮存容器类，太阳能多热源干燥技术开发，余热余能利用锅炉，国家算力枢纽节点内绿色数据中心建设运营，抽汽蓄热改造和磁悬浮鼓风机脱硫技术应用的供热锅炉、煤电机组制造，余热（冷）、余压、压差、储热（冷）等技术开发应用，农林产品产地贮存、保鲜、烘干等初加工设施建设和运营，民用建筑能效测评。

五、广西壮族自治区

农产品贮存、保鲜、烘干、加工设备研发生产，设施建设与运营，工业节能降耗技术开发及应用（余热、余压、压差、发生气综合利用等），智能冰箱、空调。

（信息来源：中华人民共和国
国家发展和改革委员会）



生态环境部发布《中国应对气候变化的政策与行动 2024 年度报告》

为全面反映我国在应对气候变化领域的政策行动和工作情况，向国内外介绍中国积极应对气候变化成效，生态环境部编制了《中国应对气候变化的政策与行动 2024年度报告》（以下简称《年度报告》），并在2024年11月6日生态环境部例行新闻发布会上正式发布。

《年度报告》全面介绍了2023年以来各领域各部门应对气候变化政策、措施和重点工作的成效，梳理了中国应对气候变化的新部署新要求，展示了中国减缓、适应气候变化、全国碳市场建设、政策体系和支撑保障以及积极参与应对气候变化全球治理等方面

的进展，并阐述了中方关于《联合国气候变化框架公约》第29次缔约方大会的基本立场和主张。现摘录与制冷行业相关的报告内容如下：

能源消费结构进一步低碳化。2023年，中国非化石能源占能源消费总量比重增长至 17.9%，煤炭消费占比从2013年的67.4%降至 55.3%。

可再生能源装机占比过半。中国新能源装机规模连续多年稳居世界第一，约占全球的40%，是美国、欧盟和印度之和。自 2020年以来，中国风电光伏连续3年新增装机超过1亿千瓦，其中2023年新增2.9亿千瓦，

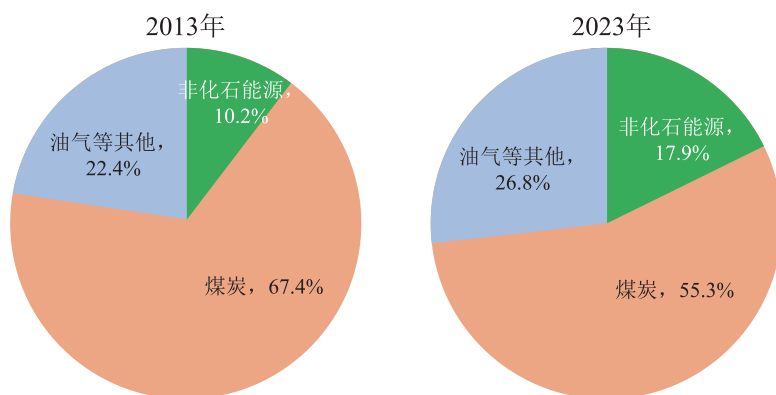


图1 2013—2023年能源消费结构变化

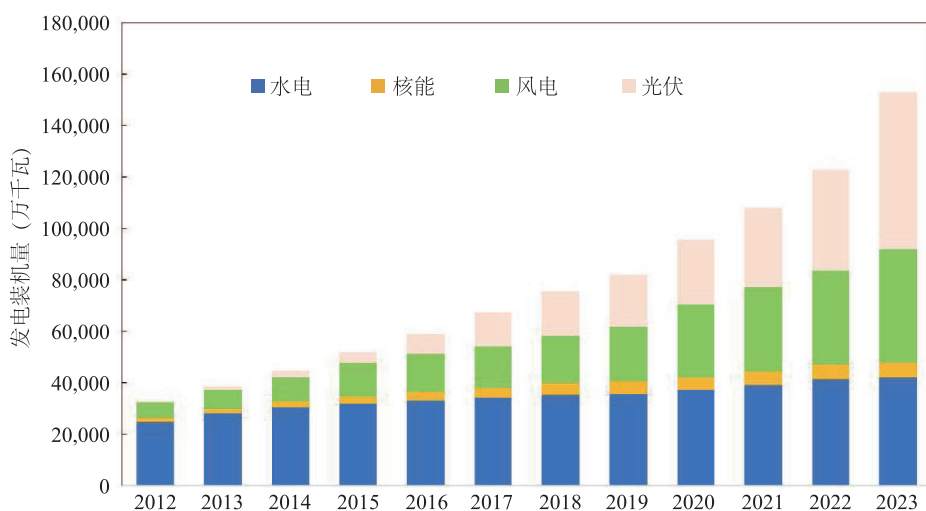


图2 2012—2023年风电、水电、光伏、核电累计装机

约占全球风电光伏新增装机的63%。2023年，中国可再生能源发电总装机达到15.16亿千瓦，占全国发电总装机的51.9%，煤电装机占比首次降至40%以下。风电、光伏平均利用率分别为97.3%和98%，可再生能源年发电量约占全社会用电量的1/3。

新型储能发展进入快车道。截至2023年底，全国已建成投运新型储能项目累计装机规模达3139万千瓦/6687万千瓦时。2023年，新增装机规模约2260万千瓦/4870万千瓦时，较2022年底增长超过260%，近10倍于“十三五”末装机规模。

新能源技术领跑全球。海上风电机组最大单机容量突破2万千瓦，风电叶片最大长度超过123米，均为世界之最。在运光伏组件转换效率突破23%，处于世界领先水平。钙钛矿电池等新型电池技术不断创新突破，实验室认证效率突破33.9%，刷新世界纪录。过去10年间，我国在可再生能源领域取得的巨大技术进步

和大规模应用，有力推动了全球风电和光伏发电成本分别下降超过60%和80%。

北方地区冬季清洁取暖稳步推进。截至2023年底，全国累计完成清洁取暖改造3900万户左右，减少散煤使用约8000万吨。

建筑绿色低碳转型升级快速推进。2023年，全国城镇新建绿色建筑面积占城镇新建建筑面积达到95%，全国开工改造城镇老旧小区5.37万个、新改造水电气热等各类老化管线7.6万公里、实施建筑节能改造1.16亿平方米。

公共机构绿色低碳积极发挥示范引领作用。发布《节约型机关评价导则》，89.7%县级及以上党政机关建成节约型机关。2023年全国公共机构单位建筑面积能耗、人均综合能耗、人均用水量相较2020年分别下降

3.15%、3.76%、3.72%。

氢氟碳化物（HFCs）排放控制力度加大。对接《基加利修正案》履约新要求，2024年3月1日起正式施行新修订的《消耗臭氧层物质管理条例》，将HFCs纳入消耗臭氧层物质履约管控体系。2024年度核发HFCs生产配额和用于国内使用的配额分别折合14.49亿吨和6.43亿吨二氧化碳当量，相较2024年度配额总量分别压减4.04亿吨和2.62亿吨二氧化碳当量。严格执行HFCs进出口许可管理，累计通过国际公约下的“非正式事先知情同意机制”阻止HFCs潜在非法贸易59批次，涉及HFCs数量折合约145万吨二氧化碳当量。

（信息来源：

中华人民共和国生态环境部）



Science 报道一类极具潜力的压热固态相变制冷材料

空调和电风扇已占全球电力消费的10%，未来因气候变暖将显著增加，2050年能源需求可能翻倍，且加剧峰值用电负担和温室气体排放。为此，提升冷却技术效率迫在眉睫。固态热量材料因无需高全球变暖潜能值制冷剂，被视为传统制冷技术的替代方案，尤其是气压压热材料可以通过推动固体通过加压相变来冷却，展现高效节能潜力。然而，目前材料多受限于高转变温度和高驱动压力，仍需优化以实现实际应用。在此，澳大利亚迪肯大学Jennifer M. Pringle教授联合莫纳什大学Douglas R. MacFarlane教授联合报道了一类表现出巨大热量效应的固体，称为有机离子塑料晶体（OIPC）。尽管这组材料长期以来一直以固态电解质而闻名，但它们的气压热效应尚未得到研究。有机离子塑料晶体通常由两个小的或球状的有机分子（阳离子和阴离子）组成，这些有机分子通过弱离子力连接。当施加外部压力时，材料会发生无序固相转变，将热量释放到周围环境中。相比之下，当施加的压力被释放时，材料转变为有序相，随后从周围环境中吸收热量，以提供压力驱动的冷却效果。相关成果以“Organic ionic plastic crystals having colossal barocaloric effects for sustainable refrigeration”为题发表在《Science》上。

展示了通过调整阳离子和阴离子结构提升性能的巨大潜力，为节能冷却技术的发展提供了广阔空间。

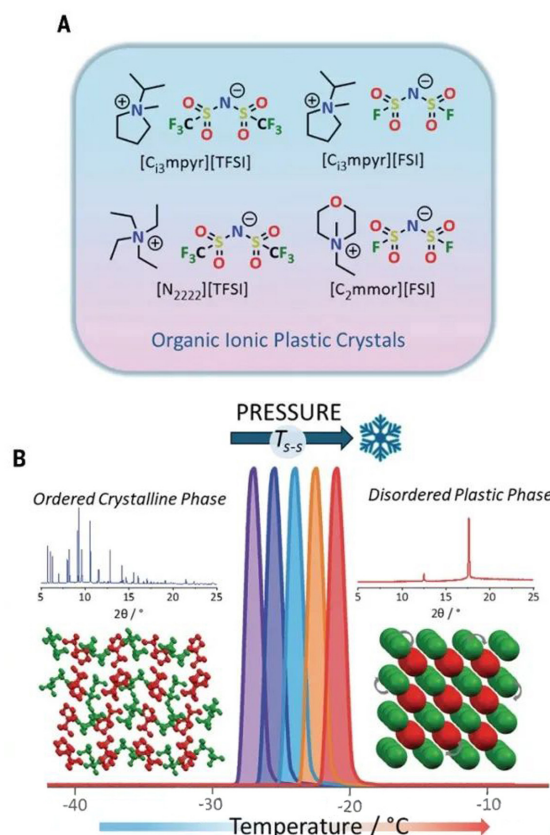


图1 作为压热材料的有机离子塑料晶体

四种OIPC的高压差热分析（HP-DTA）曲线（图2）显示，它们的转变温度（ T_{s-s} ）均低于环境温度，范围为-37°C~10°C。通过静水压力分析得出，这些材料具有良好的压热性能，包括对压力敏感的转变温度梯度（ dT_{s-s}/dp ），其正值表明典型的气压效应。这些性能与文献中研究的高性能气压应用材料相当，显示了其作为节能冷却材料的潜力。

所有OIPC的转变温度压力敏感性均超过10K/kbar，其中 $[N_{2222}][TFSI]$ 达到23.7K/kbar，是气压材料中最高值之一。尽管较大的 dT_{s-s}/dp 和 ΔS_{s-s} 值通常成反比关系，但通过较大的体积变化（ ΔV_{s-s} ）可同时实现两者。实验测得的 ΔV_{s-s} 范围为 $1 \times 10^{-5} \sim 5 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{kg}$ ，体积变化为2%~7%（图3）。这种基于比重瓶的方法能够快速估算 dT_{s-s}/dp ，无需高压设备，为新材料筛选提供便利。 $[C_{13mpyr}][TFSI]$ 在高压下出现峰分裂，表明存在连续的转变，且OIPC经100次循环后性能稳定，无温度或转变大小的变化。

Science

Current Issue First release papers Archive About Submit man

HOME > SCIENCE > VOL. 387, NO. 6729 > ORGANIC IONIC PLASTIC CRYSTALS HAVING COLOSSAL BAROCALORIC EFFECTS FOR SUSTAINABLE REFRIGERATION

RESEARCH ARTICLE | CALORICS

f X in

Organic ionic plastic crystals having colossal barocaloric effects for sustainable refrigeration

SAMANTHA L. PIPER, LEENA MELO, MEGA KAS, AZRA SOUJAN, YONG XIAO, ERIC F. MAY, KONDO-FRANCOIS AGUY-TINSOU, DOUGLAS R. MACFARLANE, AND JENNIFER M. PRINGLE Authors Info & Affiliations

SCIENCE • 2 Jan 2025 • Vol 387, Issue 6729 • pp. 56-62

1 2 3 4

固态压热循环因其潜力替代高全球变暖潜能值的氢氟碳化合物制冷剂而备受关注，尤其在家用制冷和空调领域，其能源效率在特定条件下可优于传统蒸汽压缩循环（图1A）。有机离子塑料晶体是一类有前景的材料，具有低蒸气压、多样的热特性，以及适合冷却应用的低温可逆一阶固-固相变（图1B）。OIPC 由阳离子和阴离子组成，其动态特性与熵变化显著相关，例如双（氟磺酰基）亚胺（ $[FSI]^-$ ）和双（三氟甲磺酰基）亚胺（ $[TFSI]^-$ ）阴离子，与 N-甲基-N-异丙基吡咯烷鎓（ $[C_{13mpyr}]^+$ ）等阳离子结合，可实现大熵变化。通过实验研究，作者展示了四种原型OIPC的压热特性，发现它们在低温下对压力高度敏感。这些材料

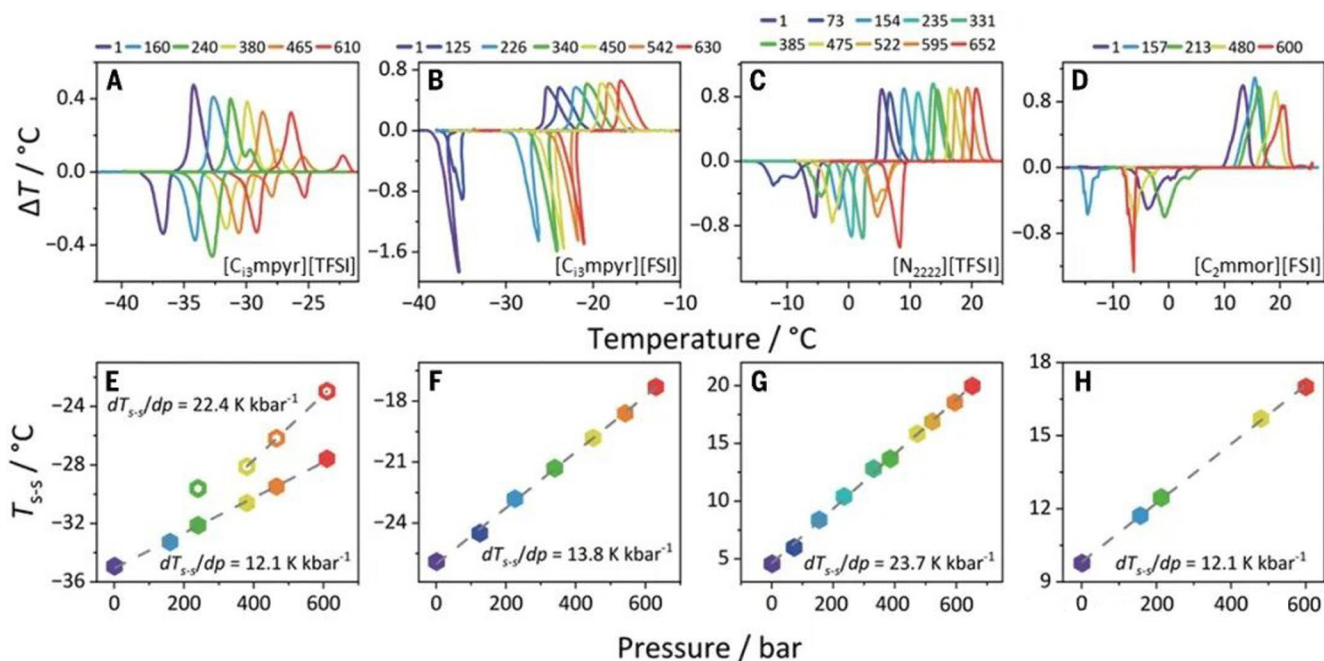


图2 高压差热分析

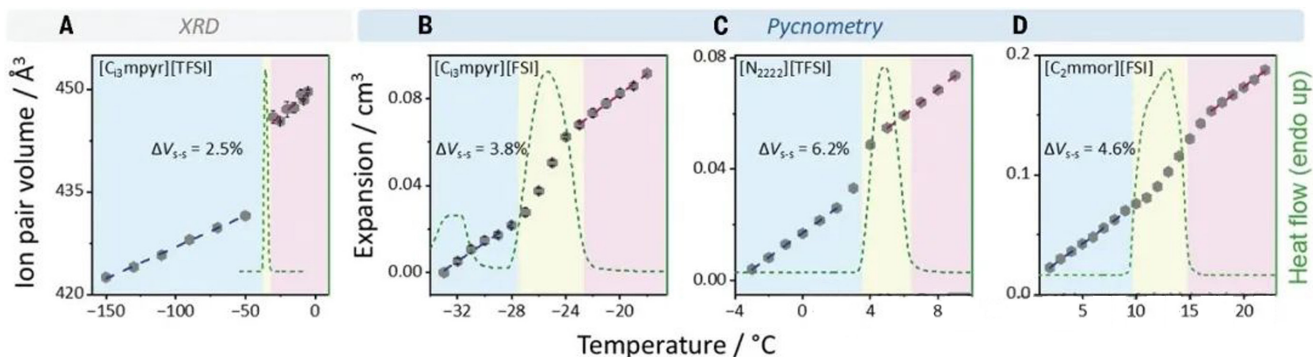
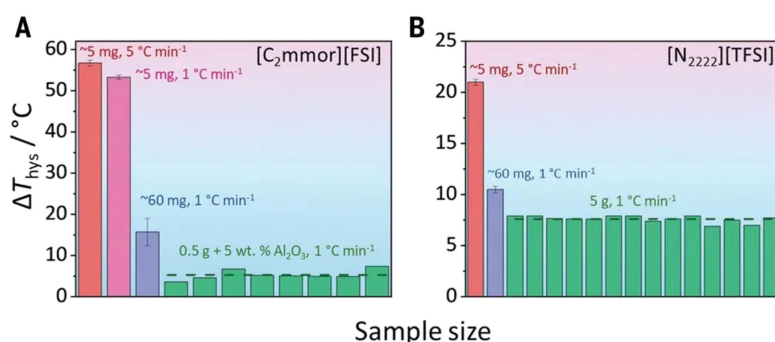


图3 体积变化测定

固态结构和动力学

通过固态核磁共振、X射线衍射和分子动力学模拟等技术，研究了OIPC在固-固转变过程中分子运动的变化，包括旋转、重新定向及离子扩散。塑性相中的自由体积对气压性能尤为重要。偏振光显微图像显示，FSI盐因更简单的立方结构表现出更高的 ΔS_{s-s} 。此外，阳离子和阴离子的无序程度对塑性相的无序性和相变特性有重要影响。例如， $[C_{13}\text{mpyr}][\text{FSI}]$ 的 ΔS_{s-s} 值约为 $[C_{13}\text{mpyr}][\text{TFSI}]$ 的两倍，因其更大的无序性和易旋转性。OIPC的相变特性由离子的结构和运动决定，这为通过结构优化提升其压热性能提供了巨大潜力。压

热材料的关键性能包括适合的转变温度(T_{s-s})、压力敏感性(dT_{s-s}/dp)、所需最小压力变化(p_{prev})以及可逆熵变化的大小。OIPC的转变过程通常伴随较大的熵变和温度滞后(ΔT_{hys})，后者是实现可逆相变的重要参数。低 ΔT_{hys} 和较大的 dT_{s-s}/dp 可显著降低设备和能源成本。通过添加成核剂如氧化铝(Al_2O_3)或使用较大样品量，可有效减少 ΔT_{hys} 。例如，实验显示 $[\text{C}_{2\text{mmor}}][\text{FSI}]$ 的 ΔT_{hys} 降低约 50°C (图4A)， $[\text{N}_{2222}][\text{TFSI}]$ 的结晶温度也有所提高(图4B)。此外，热导率增强材料(如碳或石墨烯)不仅能提高热性能，还可能因成核效应进一步降低 ΔT_{hys} 。这些策略为优化OIPC的压热特性和实际应用提供了可行路径。

图4 实验参数对 ΔT_{hys} 的影响

气压效应评估

通过对 OIPC 的气压热特性分析,发现这些材料在转变温度、熵变和制冷能力 (RC) 等方面表现出优异性能。等压熵曲线 (图5) 显示,较大压力范围内的熵变 ($\Delta S_{\text{it,rev}}$) 随压力增加直至达到极限值,与 DSC 分析一致。例如, $[\text{C}_{\text{i3mpyr}}][\text{TFSI}]$ 在压力大于 350 bar 时可实现全熵变。制冷能力 RC 通过 $\Delta S_{\text{it,rev}}$ 和半峰宽 ΔT_{FWHM} 计算得出, $[\text{N}_{2222}][\text{TFSI}]$ 在 1 kbar 下的 RC/

Δp 达到 $2.1 \text{ J kg}^{-1} \text{ bar}^{-1}$, 与高性能材料相当。绝热条件下, OIPC 的最大温度变化 $\Delta T_{\text{ad,max}}$ 显示优异表现, $[\text{C}_{2\text{mmor}}][\text{FSI}]$ 达 62°C , $[\text{N}_{2222}][\text{TFSI}]$ 为 42°C , 均为文献中较高值。实际应用中,这些材料在 1 kbar 下的温度变化分别为 23°C 和 1°C 。此外,显著滞后特性的 OIPC 在低压力下的 RC 有望进一步提高。这些研究表明 OIPC 是冷却应用中性能最优的压热材料之一,具有广阔的应用潜力。

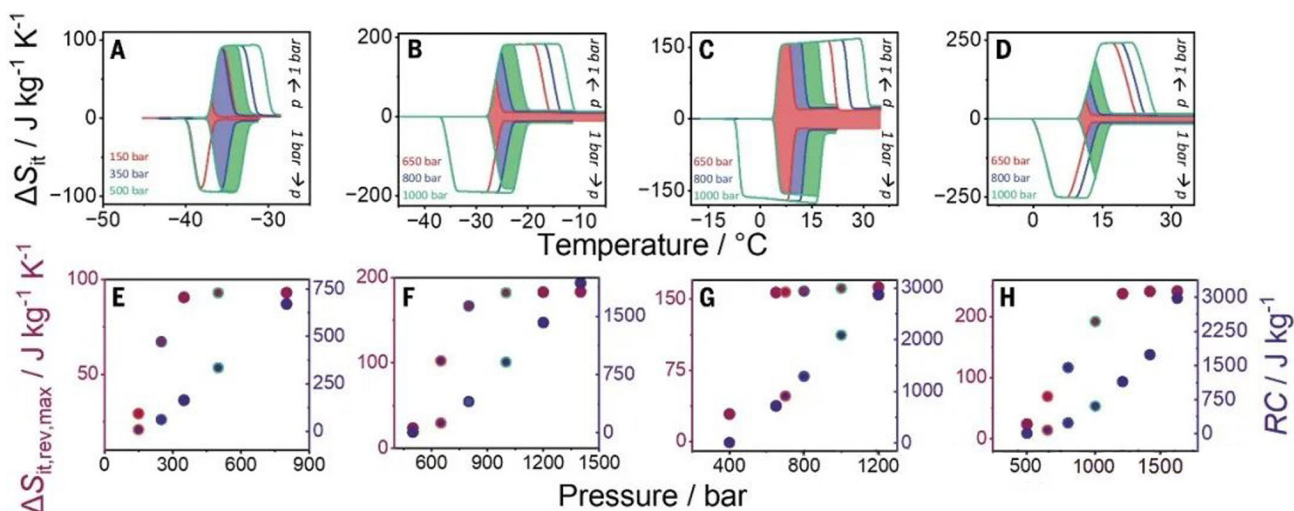


图5 气压性能指标

小结

OIPC 是一类极具潜力的压热材料,能够在施加中等压力下实现显著的熵变,并适用于低于环境温度的冷却应用。这些材料的一级固-固相变等温特性,尤其在样品量增大或添加剂改性后, ΔT_{hys} 显著减小,使其气压性能进一步优化。通过调整离子取代基的化学结

构,可定制相变特性,为性能优化和可持续设计提供了巨大空间。此外,研究相变自由度、离子结构与体积变化的关系,有助于理解并提升材料的气压响应。OIPC 的灵活性和广泛适用性使其在未来可持续冷却技术中具有重要应用潜力。

(信息来源: 高分子科技前沿)

北京航空航天大学赵立东教授课题组在 Science 发表热电材料研究新进展

Science

Current Issue First release papers Archive About

Submit manuscript

HOME > SCIENCE > VOL. 387, NO. 6730 > QUADRUPLE-BAND SYNGLISIS ENABLES HIGH THERMOELECTRIC EFFICIENCY IN EARTH-ABUNDANT TIN SULFIDE...

RESEARCH ARTICLE THERMOELECTRICS

in

Quadruple-band synglisis enables high thermoelectric efficiency in earth-abundant tin sulfide crystals

SHAN LIU, SHULIN BAI, YI WEN, JING LOU, YONGZHEN JIANG, YINGCAI ZHU, DONGRUI LIU, YICHEN LI, HAONAN SHI, [...] AND LI-DONG ZHAO

+10 authors Authors Info & Affiliations

SCIENCE • 9 Jan 2025 • Vol 387, Issue 6730 • pp. 202-208 • DOI: 10.1126/science.ado1133

2025年1月10日，国际顶级期刊《Science》报道了北航赵立东课题组在高储量、低成本、宽带隙热电材料及器件研究领域取得的最新进展：《Quadruple-Band Synglisis Enables High Thermoelectric Efficiency in Earth-Abundant Tin Sulfide Crystals》，该工作在硫化锡（SnS）晶体中发现和调控了四个价带在能量和动量空间的协同效应（Quadruple-Band Synglisis），在P型SnS晶体中实现了~48K的制冷温差及~6.5%的发电效率。通常认为能带间隙在 $E_g \approx 6-10 k_B T$ （ k_B 为玻尔兹曼常数）范围内的材料为理想的制冷材料（Goldsmid, et al. Thermoelectric Refrigeration, Springer, 1964.），该工作表明带隙 E_g 宽达 $46 k_B T$ 的SnS也可作为热电制冷材料【Science 387 (2025) 202-208】。

热电转换技术既可基于塞贝克效应实现温差发电又可基于珀尔帖效应实现热电制冷，呈现出热能与电能之间的直接相互转换。因此，热电转换技术既是一种重要的新能源技术又是一种方便快捷的制冷技术。在双碳能源战略的迫切需求下，开发这种兼顾发电与制冷功能的绿色技术在能源领域愈发重要。热电技术具有体积小、控温精确、可靠性高、响应快速等优势，在深空探测、5G通信和微电子冷却等关键领域具有广泛的应用。

热电转换效率，包括发电和制冷性能，主要由材料的无量纲热电优值（ ZT ）所决定。由 ZT 值的定义式（ $ZT = (S^2 \sigma / \kappa) T$ ）可知，在给定温度 T 下，高效热电材料应具备：大塞贝克系数 S （以产生显著的温差电压）、高电导率 σ （以减少焦耳热损耗）以及低热导率 κ （以维持显著的温差）。然而，这些热电参数之间的复杂耦合关系限制了 ZT 值的提升。如何有效调控这

些耦合的热电参数，成为提高热电转换效率的关键。近年来，提升 ZT 值的策略层出不穷，简概为提高电传输性能或降低热传输性能。长期以来，构筑各种各样的缺陷来降低晶格热导率是一种提高 ZT 最大值的有效策略。然而，在开发宽温域（扩大 ZT 温度曲线跨度）和追求器件低功耗（省电）的情况下，引入缺陷的策略就会背道而驰。因此，该团队提出了先寻找本征低热导材料，再提升载流子迁移率的策略【Science 367 (2020) 1196-1197、Science 378 (2022) 832-833】。

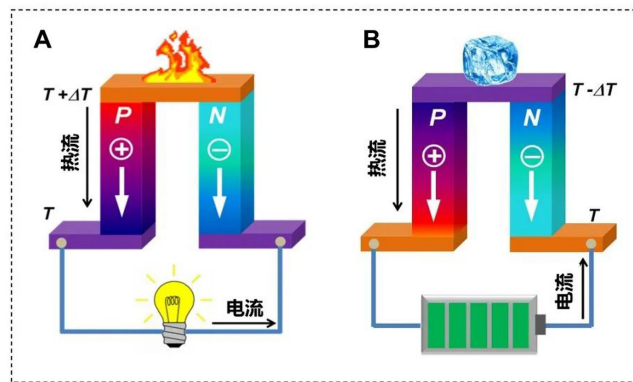


图1. 热电效应：(A) 塞贝克温差发电示意图；(B) 珀尔帖热电制冷示意图

2014年，研究发现硒化锡（SnSe）的非谐振效应可实现极低的晶格热导率【Nature 508 (2014) 373-377】。此后，该团队持续挖掘SnSe晶体的独特性质，发现并提出了多能带协同参与的电传输增强机制【Science 351 (2016) 141-144】、三维电荷/二维声子输运特性【Science 360 (2018) 778-783】、调控形变势促进电声解耦【Science 375 (2022) 1385-1389】、基于栅格化策略【Science 378 (2022) 832-833】和晶格素化

策略【Science 380 (2023) 841-846】实现近室温制冷。
SnSe由一个长期被认为不符合热电特征的宽禁带半导体成为了温差发电和热电制冷的理想材料，使SnSe这只“丑小鸭”变成了“白天鹅”【Heremans, JP. The ugly duckling, Nature 508 (2014) 327-328】。

开发SnSe晶体的同时，该团队还专注开发储量更丰富、成本更低、带隙更宽的高性能热电材料。作为SnSe的同族类似物，硫化锡（SnS）（储量丰度：S约为420ppm，Se约为0.05ppm）就是其中一种目标化合物。宽禁带材料一般在非掺杂态为绝缘体，为解决这一问题，团队首先通过生长高质量晶体的方法提高载流子迁移率，再对电子能带结构进行调控提升电输运性能。前期研究揭示并利用了SnS中三个价带之间随温度升高的收敛演变过程（“三价带收敛”，Triple-Band Convergence，如图2A），解耦了有效质量和载流子迁移率的矛盾【Science 365 (2019) 1418-1424】。继而，团队又通过激活SnS中的三个价带在能量和动量空间中的协同效应（“三价带协同”，Triple-Band Synglisis，如图2B），大幅优化了P型SnS晶体的近室温热电性能，首次开发了SnS的热电制冷潜力【Science 373 (2021) 556-561】。由以上研究引出了一个设想：可否通过激活更多的能带开发出能带间隙更大的制冷材料？

本工作聚焦于能带间隙为1.2eV的SnS晶体，通过结合上述三价带收敛和协同，实现了如图2C所示的四价带协同效应。首先在SnS中固溶Se调小带隙，然后再通过引入SnS₂以产生更多的Sn空位。Sn空位起到两个作用：1、实现了空穴载流子浓度的大幅提升，将费米能级推至更深价带，激活第四价带；2、Sn空位引起的晶格畸变产生了四价带的协同效应（动量和能量空间收敛，Quadruple-Band Synglisis）。以上描述过程，本工作通过球差校正扫描透射电镜（AC-STEM）、高温同步辐射X射

线衍射（SR-XRD）、角分辨光电子能谱（ARPES）、太赫兹（THz）光谱测量和密度泛函理论（DFT）计算等多种表征手段进行了充分交叉验证。

基于四价带协同效应优化后获得的宽禁带P型SnS晶体，其器件制备表现出优异的热电转换效率。如图3C所示，单臂器件在温差 ΔT 为480 K时，可实现~6.5%的发电效率。搭配N型商用碲化铋的热电制冷器件在热端温度为353 K时，可实现~48.4 K的最大制冷温差 $\Delta T_{\max}$ （图3D）。该研究工作表明储量丰富、成本低廉、环境友好的SnS在温差发电和热电制冷领域具有广泛的应用前景。

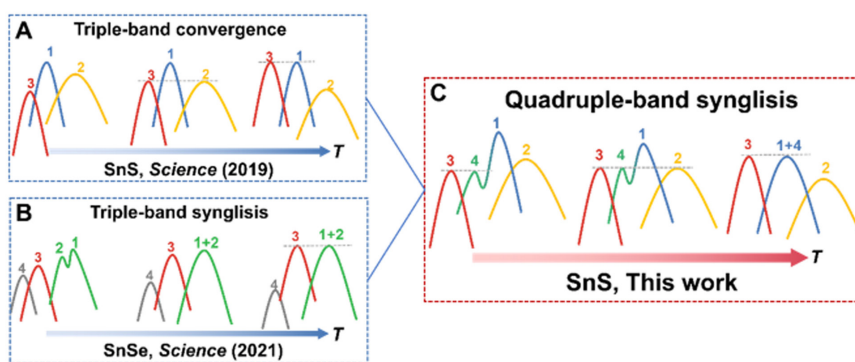


图2. 四能带协同示意图：三能带收敛和三能带合并的协同

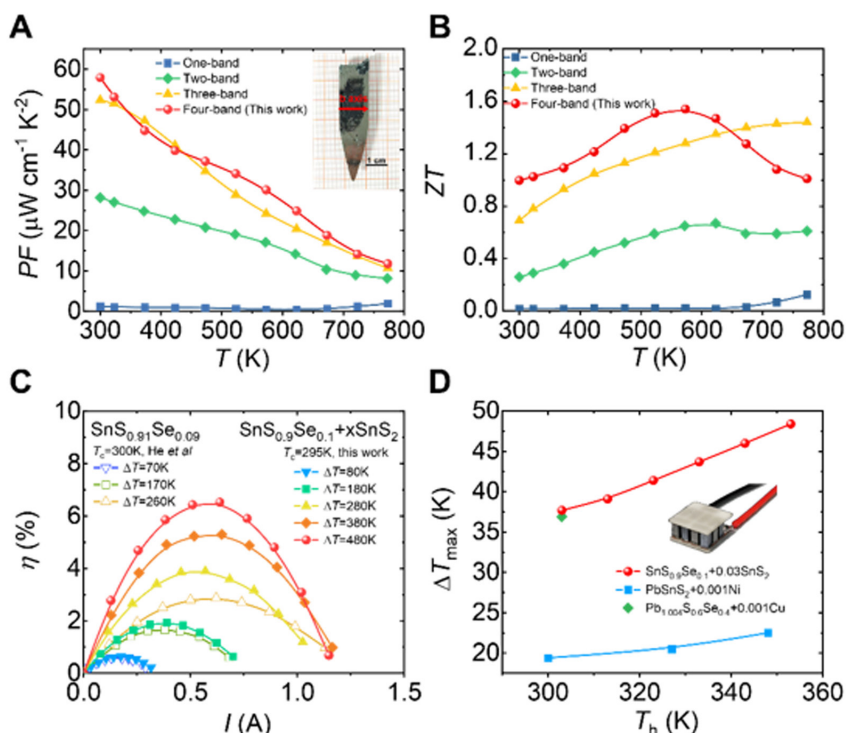


图3. 四能带协同的SnS晶体与单带、二能带和三能带的SnS的 (A) PF和 (B) ZT对比; (C) P型SnS晶体的单臂转换效率; (D) 本工作的SnS基制冷性能与其他硫化物的对比

参与此项工作的有：军科院创新院常超研究员、姜菁博士课题组，上海科技大学拓扑物理重点实验室柳仲楷副教授课题组，北京高压科学中心高翔研究员课题组。此项工作主要得到国家级领军人才项目资助（51925101、12225511）、科学探索奖、国家自然科学基金（52450001、52002042、51772012、51571007、12374023、22409014、T2241002）、北京市杰出青年基金（JQ18004）、111引智计划（B17002）、国家博士后创新人才计划（BX20230456）和中国博士后科学基金（2024M754057、2024M754059）等资助。

【作者介绍】

刘姝，北京航空航天大学，材料科学与工程学院，2020级硕士，2022级博士。主要从事SnS热电性能及器件优化设计。已经在Science, Z. Anorg. Allg. Chem.、《科学通报》等学术期刊上发表多个重要研究成果。



秦炳超，北京航空航天大学，材料科学与工程学院，北航2013级本科、2017级硕士、2019级博士，2023年6月博士毕业后获国家博士后创新人才计划资助，现为北航卓越师资博士后。主要从事SnSe等宽带隙热电材料的制



备、性能优化和器件设计，已在Science（6篇）、Nat. Sci. Rev.等期刊发表50余篇创新成果，被引用近3000次。曾荣获国际热电学会ITS Goldsmid Award（全球1人/每年）、国际材料联盟前沿材料优秀研究生奖、宝钢优秀学生奖、中国热电学会优秀研究生奖、北京市优秀博士论文等。以第二合著者出版中文专著一本《锡硫族层状宽带隙热电材料》（国家自然科学基金、“十四五”国家重点出版物出版规划、工信部“十四五”规划专著）。目前主持国家自然科学基金青年科学基金、博士后科学基金面上项目等。

常诚，北京航空航天大学，材料科学与工程学院，教授、博士生导师。2014年北航本科毕业后继续攻读硕士（导师宫声凯院士）和博士学位（导师赵立东教授），2019年赴奥地利科学与技术研究院从事博士后研究，2023年入选国家级青年人才项目。曾获国际热电学会Goldsmid Award、奥地利Lise Meitner project、中国热电学会青年科学家奖等。主要研究方向为宽温域高效晶体和纳米热电材料与器件。已在Science（3篇）等期刊上发表60余篇研究成果，被引用>6000次，单篇最高引用>1000次。目前担任《Materials Lab》期刊执行编辑，《Science Bulletin》《Science China Materials》特邀编委。



上海交通大学制冷所晋欣桥和杜志敏课题组提出能源系统通用人工智能新范式

Cell Reports Physical Science



Volume 5, Issue 9, 18 September 2024, 102192

Perspective

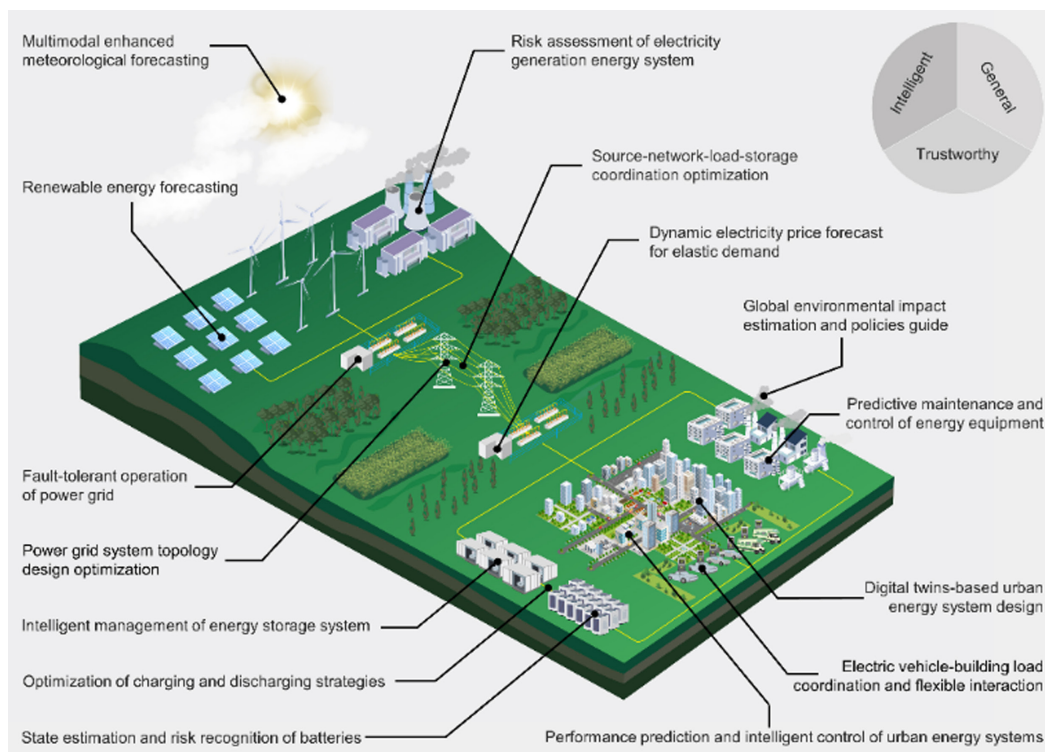
Next-generation generalist energy artificial intelligence for navigating smart energy

Xu Zhu^{1,2,3}, Siliang Chen^{1,3}, Xinbin Liang¹, Xinqiao Jin¹, Zhimin Du¹✉

近日，上海交通大学制冷与低温工程研究所晋欣桥和杜志敏课题组在Cell Press旗下Cell Reports Physical Science上发表题为“Next-generation generalist energy artificial intelligence for navigating smart energy”的论文，构建了下一代能源系统通用人工智能的前瞻性框架，旨在利用灵活多模态信息解决能源系统的多模态任务，通过结合能源领域知识提升可解释性并基于人

在环交互持续强化，最终建立一个面向未来能源变革的可信、安全、智能的通用能源人工智能应用新范式。博士后朱旭和博士生陈思良为论文共同第一作者，杜志敏副教授为本文通讯作者。

全球“碳达峰、碳中和”目标的提出为能源领域带来了机遇和挑战，人工智能可挖掘大量能源数据中有价值的信息实现节能降碳，广泛应用于各类能源系统中，增强了智能化设计、运营和维护能力。然而，当前能源人工智能模型多针对特定任务设计，例如光伏预测、储能热失控诊断、能源优化控制等，仅能针对单一任务给出决策，无法灵活指定任务；此外，当前AI方法使用的模态单一，无法整合和充分利用时序、图像、文本和语音信息，充分挖掘多任务间模式的关联信息；缺乏人类监督机制，以及领域知识的强



化、自学习和可解释性等方面的考虑。未来能源系统将存在物理结构复杂和能源任务多样的特点，下一代的能源领域人工智能将面临着多模态、灵活性和通用性的挑战。

本文提出了一种面向未来能源变革的可信、安全、智能的能源系统通用人工智能（Artificial General Intelligence for Energy, AGIE）应用新范式，旨在构建一个通用的能源人工智能技术架构。AGIE能够主动适应多模态信息并可灵活适配任务，涵盖电力负荷时间数据、设备图像和专家语音信息等，任务可根据用户需求任意指定。通用能源人工智能支持人员在环学习机制，促进人机互动的认知主动学习，保证人工智能与人类价值观对齐，协同适配各种能源场景。AGIE从数据、网络和学习机制等多层面融合能源领域机理，具有可解释性，这一特性使其能够运用能源领域的特定知识推理未知的任务，做出可信的能源智能决策。

本文提出的AGIE可以提升能源系统的智能性、安全性和可信性，为未来智慧能源带来新的发展机遇。通用能源人工智能未来同样面临诸多挑战，涉及多学科交叉，数据获取和模型验证难度较大。能源数据可能涉及用户隐私，需建立保护机制。社会偏见问题同样需要关注，模型应具备自动适应不同地区用户偏好的能力。需考虑模型学习带来的能源环境影响，从芯片加速等层面提高算效。安全性值得关注，内部算法缺陷或外部恶意攻击可能产生不可靠的能源决策，需

建立安全监管机制。在软硬件方面，通用能源智能可能依赖于芯片、网络 and 智能终端等技术的发展，以支持其复杂的学习计算和人机交互。

通过应对数据、隐私、社会偏见、环境影响、安全性和软硬件等挑战，能源系统通用人工智能的实现有助于优化全球能源资源配置，加速全球低碳、可持续发展转型，为应对气候变化和全球能源危机提供新的解决方案和基础研究支持。

上海交通大学制冷所AI4e研究团队致力于解决建筑能源领域与人工智能交叉的科学问题和关键技术，旨在通过能源与AI的交叉结合实现建筑能源系统故障预测、节能减碳及其全周期智能运维，推动建筑能源人工智能取得进步和应用。团队近年来在Applied Energy、Energy Conversion and Management、Energy等期刊发表能源AI研究论文多篇，智能化研究成果已在建筑空调、数据中心能源、储能热管理、源网荷储等方面进行了应用。



（论文链接）

（信息来源：上海交通大学制冷所）

香港城市大学吴伟 Carbon Energy: 仿出汗吸湿膜实现高热通量被动式冷却

CARBON ENERGY
Open Access

RESEARCH ARTICLE | Open Access | © |

Ultra-high-flux passive cooling enabled by a sweating-inspired hygroscopic membrane

Zengguang Sui, Fuxiang Li, Yunren Sui, Haosheng Lin, Wei Wu✉

First published: 03 January 2025 | <https://doi.org/10.1002/cey2.665>

1. 研究背景

随着电子设备高集成度和高性能发展趋势，电子元器件的功率密度持续上升，这对电子元器件热管理技术提出了更高的要求。虽然采用强制空气或液体循环的主动式热管理技术可以提供优异的冷却性能，但主动式技术的高能耗也带来了日益严重的能源与环境问题。此外，主动式热管理技术通常需要外部电源和复杂的辅助控制系统，导致其在重量和空间受限的场景中适用性较低。相比之下，被动式热管理技术因其零能耗、高紧凑性和低维护成本等优点而得到越来越多的关注。固-液相变材料（PCM）是现有电子元器件被动式热管理技术中最常用的材料之一。尽管国内外学者在改进PCM性能方面开展了较多研究，但低相变焓（通常低于200 J/gPCM）仍然是其性能提升的较大障碍。水的液-汽相变（即蒸发冷却）具有极高的相

变焓（约2200 J/g），为被动式热管理提供了较有潜力的技术途径，例如水凝胶型和MOF型被动式热管理技术。然而，基于水凝胶的被动式热管理策略通常需要依靠主动补水来维持其高冷却能力，而MOF的高成本（超过10000 USD/kg）限制了其大规模应用。相比之下，吸湿性盐（例如氯化锂和溴化锂），由于其高吸湿性和低成本，有望解决这些问题。

2. 成果介绍

香港城市大学吴伟副教授团队基于吸湿性盐溶液中水分蒸发过程提出了一种被动式热管理技术来抑制电子元器件的温升，并采用田口方法与数值模拟相结合的方法对所提出的膜式散热器（HMHS）进行优化。实验证明，与相同体积的传统翅片散热器相比，优化后的HMHS可实现高达21℃的温降（热源为25 kW/m²）；与相同体积的固-液相变材料（石蜡）相比，优化后的HMHS将有效冷却时间延长了343%，实现的最大温降范围为7.0~20.4℃。同时，该散热器的有效换热系数可与主动式液冷相媲美。该成果以“Ultra-high-flux passive cooling enabled by a sweating-inspired hygroscopic membrane”为题发表在Carbon Energy 期刊上。

3. 研究亮点

1. 提出了基于吸湿性膜的高热通量被动式热管理技术（HMHS）。

2. 与相同体积的商业翅片散热器相比，HMHS可实现高达21℃的温降。

3. 与相同体积的固-液PCM（石蜡）相比，有效冷却时间提高了343%，温降范围为7.0~20.4℃。

4. HMHS的有效换热系数可与主动式液冷相媲美。

4. 图文解析

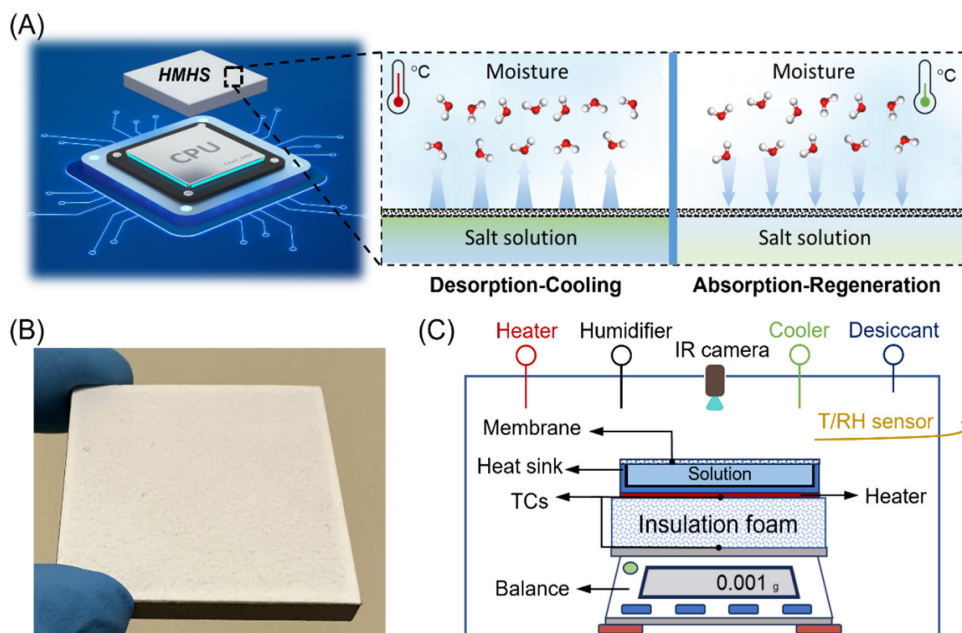


图1. HMHS工作原理示意图

(A) HMHS解吸-冷却和吸收-再生过程；(B) HMHS实物图；(C) 实验测试装置示意图。

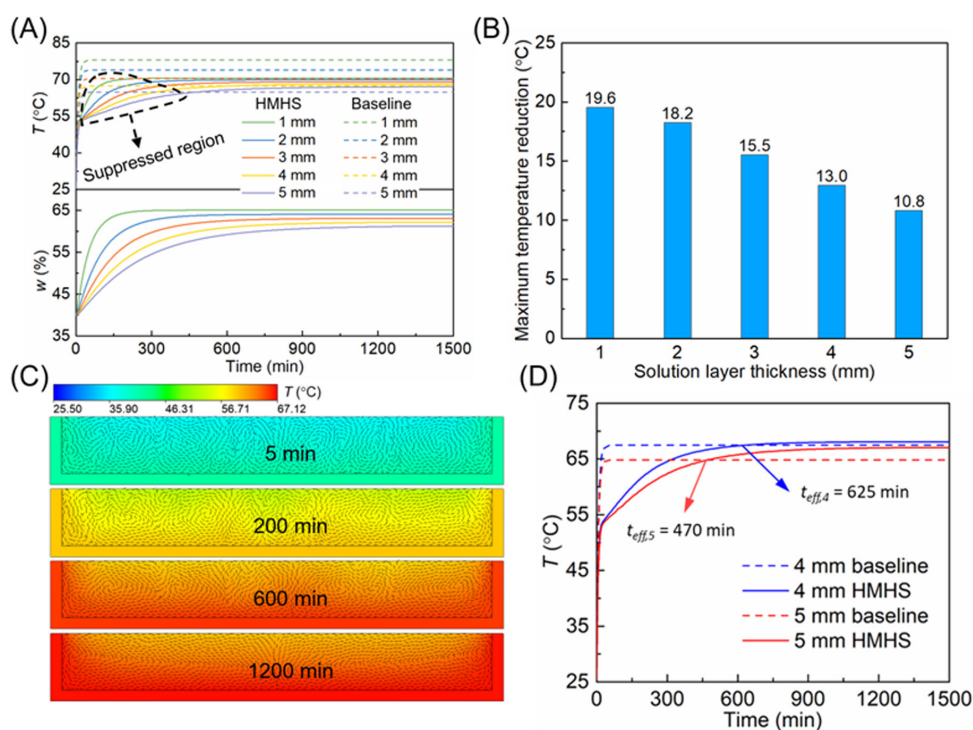


图2. HMHS冷却性能

(A) HMHS温度和溶液浓度变化; (B) HMHS与对照组最大温差;
(C) HMHS温度云图和速度矢量图; (D) 溶液层厚度对有效冷却时间的影响。

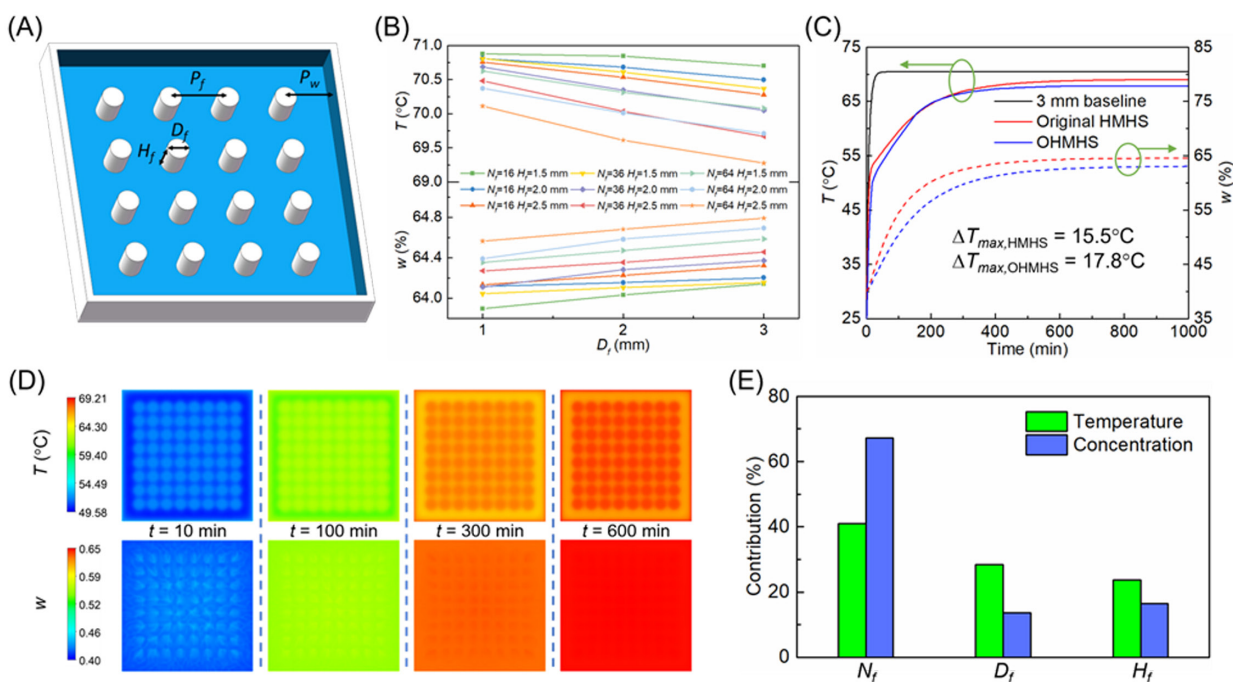


图3. HMHS冷却性能强化

(A) HMHS强化结构示意图; (B) 强化结构参数化研究结果; (C) HMHS温度和溶液浓度变化;
(D) OHMHS温度和溶液浓度云图; (E) 设计参数对目标函数的贡献率。

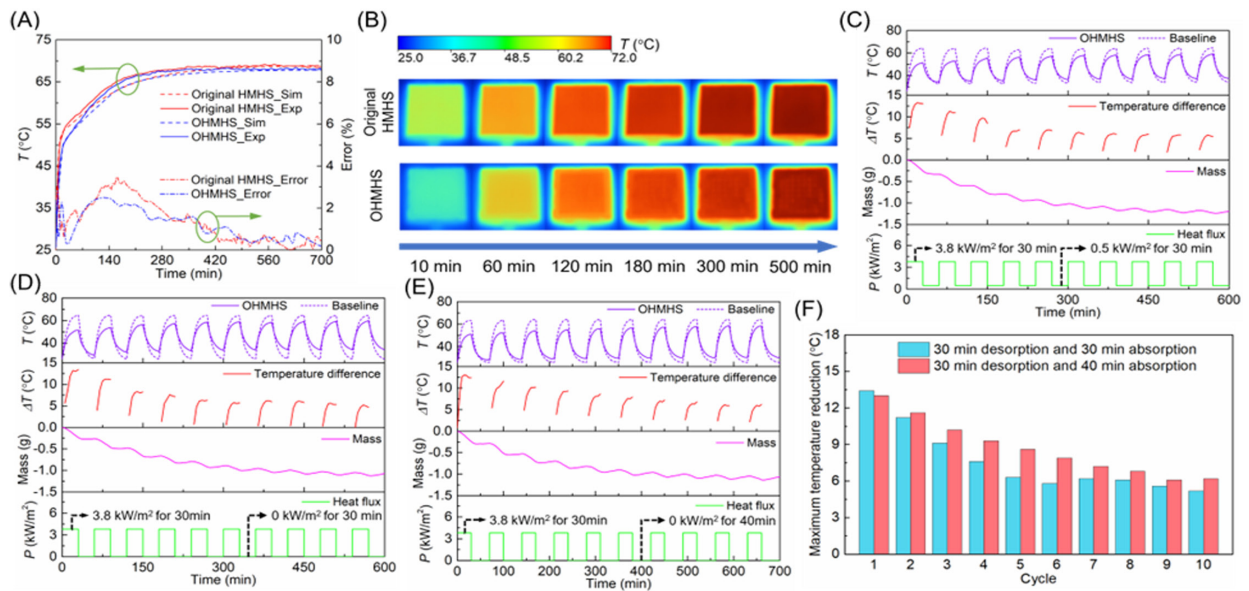


图4. 典型环境条件下的循环实验 ($T_{amb}=25^{\circ}\text{C}$ 和 $\text{RH}=60\%$)

(A) 优化结果验证；(B) 散热器红外图像；(C) 低热通量对再生能力的影响；(D) 循环性能测试（再生时间持续30分钟）；(E) 循环性能测试（再生时间持续40分钟）；(F) 再生时间对冷却性能的影响。

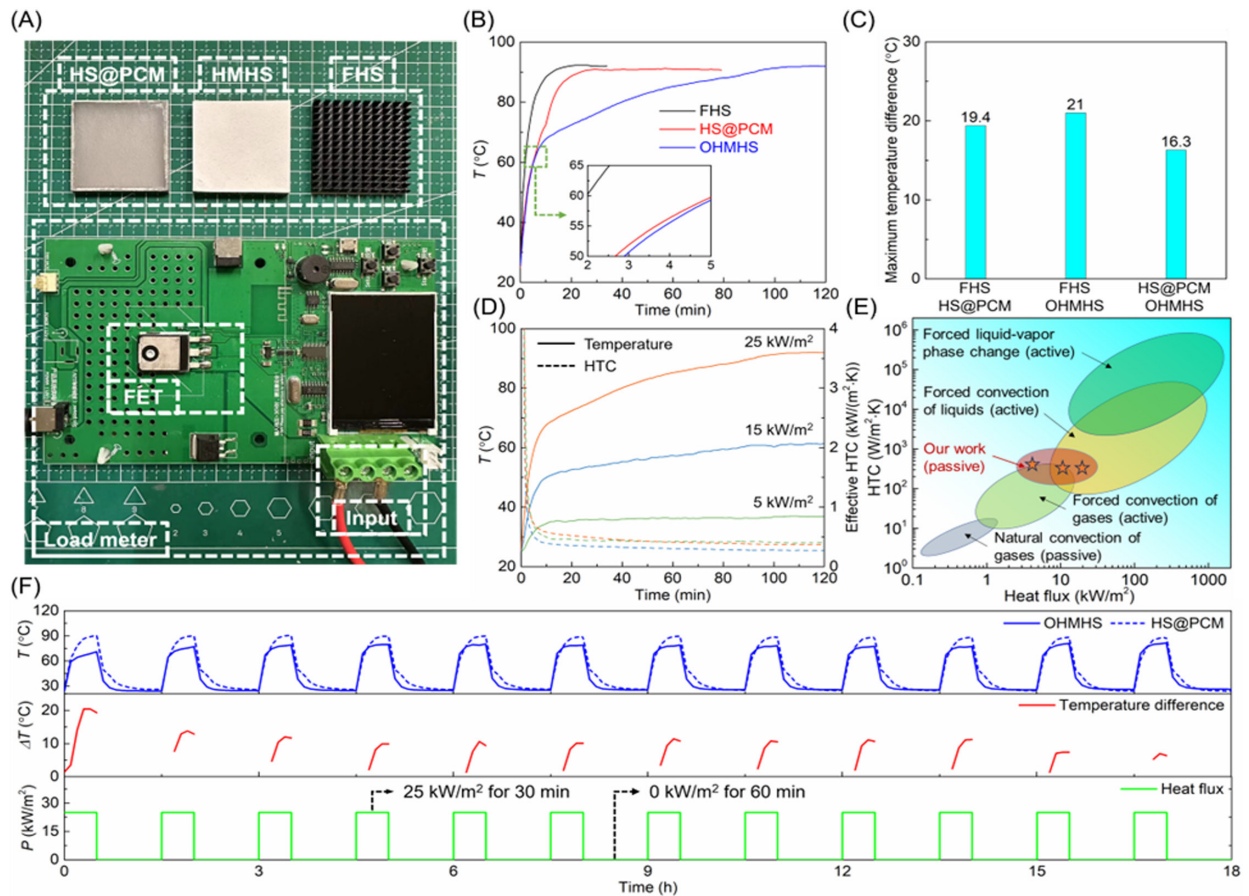


图5. 冷却性能测试

(A) 实验测试装置；(B) 不同冷却策略的FET的温度变化；(C) 三个相同体积散热器之间的最大温差；(D) 散热器温度和有效换热系数变化；(E) 不同冷却策略的换热系数对比；(F) FET的温度对比。

(信息来源: Carbon Energy)

第二十九次缔约方大会闭幕 气候融资、碳市场等方面取得突破性进展



2024年11月11日至24日，《联合国气候变化框架公约》（以下简称《公约》）第二十九次缔约方大会（COP29）在阿塞拜疆首都巴库召开。本届大会共有195个缔约方、2052家观察员组织、1454家媒体，共计约6.7万人注册参会。

大会最终就《公约》《京都议定书》《巴黎协定》落实事项通过数十项决定，达成了名为“巴库气候团结契约”的一揽子平衡成果，特别是达成了2025年后气候资金目标及气候融资安排，完成了《巴黎协定》第六条机制运行细则，是全面有效落实《巴黎协定》的关键一步，为2025年提交新一轮国家自主贡献奠定了基础，有力维护并推动了气候多边进程。

关键成果与亮点

1. 气候融资新目标：经过两周的紧张谈判，COP29达成了一项突破性协议，即《气候融资新集体量化目标》（NCQG）。该协议规定，到2035年，向发展中国家提供的气候融资将从之前的每年1000亿美元增加到每年3000亿美元，同时确保所有行为体共同努力，到2035年将向发展中国家提供的公共和私人来源的资金扩大到每年1.3万亿美元。

2. 碳市场谈判：COP29还结束了长达十年的等待，成功结束了《巴黎协定》第6条关于碳市场的谈判，为各国实施国家气候计划（NDC）提供了关键工具，预计将使各国实施NDC的成本每年降低高达2500

亿美元。

3. 减少甲烷排放：大会期间，COP29主席国启动了《减少有机废物中甲烷宣言》，已有50多个国家签署了该宣言，承诺在未来NDC中设定减少有机废物中甲烷排放的部门目标，以支持全球甲烷减排目标的实现。

4. 水促进气候行动：COP29还启动了水促进气候行动议程，近50个国家签署了《巴库水促进气候行动宣言》，承诺采取综合方法应对气候变化对水资源的影响，并加强国际合作。

中国代表团的表现与贡献

大会期间，生态环境部部长黄润秋出席COP29多场高级别会议，副部长赵英民担任中国代表团团长率团全程参会，中国气候变化事务特使刘振民担任代表团顾问。中国代表团广做工作，持续推进我国与各方沟通协调，共开展四十余场双边会见，与联合国秘书长古特雷斯、大会主席巴巴耶夫、《公约》执秘斯蒂尔等举行双边会谈，参与四场高级别部长级对话，组织多场部长级谈判磋商。中国代表团举办“中国角”系列活动，累计举办50余场边会、10场展览，多国政要及联合国副秘书长出席相关活动。“中国角”有力传播了中国声音、充分推动民间气候外交交流对话，努力讲好应对气候变化中国故事。

创新技术与绿色解决方案的展示

COP29不仅是政策制定和谈判的场所，也是展示创新技术和绿色解决方案的全球舞台。在大会期间，多个展厅和论坛聚焦于清洁能源、可持续农业、绿色建筑、智能交通系统等前沿领域，展示了最新的科技成果和成功案例。

◆ 清洁能源技术：展览区展示了太阳能、风能、水能等可再生能源的最新进展，包括高效光伏板、海上风力发电技术、小型水电站等，这些技术为提高能源效率和减少温室气体排放提供了有效手段。

◆ 绿色建筑：多个国家和企业展示了采用低碳材料、智能节能系统、绿色屋顶等设计的未来建筑模型，强调了建筑领域在实现碳中和目标中的关键作用。

◆ 智能交通与出行：电动汽车、氢能车辆、自动驾驶技术等成为亮点，展现了交通行业向低碳、高效转型的趋势。同时，共享出行、公共交通优化方案也被广泛讨论，旨在减少城市交通的碳足迹。

◆ 数字技术在气候行动中的应用：大数据、人工智能、区块链等数字技术的运用，为气候监测、碳足迹追踪、资源管理提供了新途径，增强了气候治理的精准性和效率。

对发展中国家的特殊关注与支持

COP29特别强调了对发展中国家的支持，认识到它们在应对气候变化方面面临的特殊挑战。大会通过了一系列措施，旨在增强这些国家的气候适应能力，促进低碳发展路径的探索。

◆ 适应基金增资：与会国家同意增加对适应基金的捐款，帮助发展中国家应对极端天气事件、海平面上升等气候变化影响，保护生态环境和人类社会免受损害。

◆ 技术转移与能力建设：强调发达国家应履行承诺，通过技术转移、资金支持和能力建设，帮助发展中国家获取和应用先进技术，加速其绿色转型进程。

◆ 性别平等与气候变化：大会特别关注了性别平等在气候行动中的重要性，推动制定性别敏感的气候政策和项目，确保女性能够平等参与气候决策，并从气候融资和项目受益。

结语

COP29的闭幕标志着又一个全球气候治理周期的结束，但同时也是新行动的开始。大会达成的各项协议和承诺，需要所有缔约方的持续努力和紧密合作才能转化为实际行动，实现《巴黎协定》的目标。

面对日益严峻的气候变化挑战，全球团结至关重要。各国需将COP29的成果转化为具体政策和项目，加强南北合作与南南合作，共同推动全球经济向更加绿色、低碳、可持续的方向转型。同时，鼓励社会各界，包括政府、企业、非政府组织、学术界和公众，积极参与气候行动，形成全社会共同应对气候变化的强大合力。

（信息来源：联合国官网）



可持续冷却 ——如何在削减排放的同时满足制冷需求（四）

（接上期P43页）

3.5 发电和容量规划

大多数国家对额外发电能力的需求将要求对电力基础设施和电网容量进行大量投资，不仅要满足不断增长的需求，而且在许多情况下还要管理已经紧张的电力系统，尤其是以峰值负荷的形式。调查结果显示，在所评估的100个国家中，目前只有40个国家在其电力容量规划中使用了制冷预测。

一项针对北非马格里布地区四个国家（阿尔及利亚、利比亚、摩洛哥和突尼斯）的研究发现，空调使用量的不断增加已经导致负荷峰值提高30%~70%（World Bank 2016）。储能（例如电池、冷冻水、冰等储热介质）的上网电价等政策可以支持更多地使用可再生能源。这种储能措施，无论是在当地应用——例如，使用电池或水箱——还是通过区域能源解决方案，都可以利用能源供需之间的协同效应，实现可负担得起的低碳制冷。

3.6 女性的就业和参与

随着制冷、空调和热泵领域需求的预计增加，该行业的工作岗位预计将迅速增长。截至2022年，在全球制冷、空调和热泵行业有超过1500万人就业（IIR和UNEP 2022）。女性在这个劳动力中所占比例较小，仅占国家制冷协会、组织和机构成员的6%（IIR和UNEP 2022）。女性参与度低的原因包括与身体安全有关的普遍社会文化因素，以及对机械工程、制冷与空调领域的偏见性别规范。

随着这个行业的扩大，增加和加强女性的就业将变得至关重要。空调和制冷行业的发展涉及“机械、电气、化学、大数据、光伏、可再生能源、经济、政策和社会科学的交叉，以促成行为变革”（UNEP和联合国妇女署 2019年）。这为女性提供了一个独特的机会，特别是在新兴经济体，她们可以在不同的专业领域发挥作用（UNEP和联合国妇女署 2019）。培训和赋能女性以支持环保和社会负责任的做法可能会在家庭和社区层面产生益处（见框3-5）。

为鼓励该领域的性别多样化，可考虑采取下列行动，其中若干行动已得到国际制冷妇女网络的认可。



◆ 宣传制冷领域就业的十年增长，以鼓励其成为高等教育的选择，并通过可持续发展和环境课程，展示该领域与可持续主题和专业之间的联系。

◆ 通过宣传角色模型和双赢的培训计划，提高在该领域工作的女性的可见性，这将使个人和组织都受益。

◆ 支持旨在增加性别多样性的招聘计划，并公开该行业按性别统计的雇员信息；鼓励行业自愿设定目标，以增加女性劳动力。例如，大金公司（Daikin Turkey）计划到2025年将女性员工比例提高到50%（Daikin Turkey 2022），丹佛斯公司（Danfoss）承诺希望30%的领导职位由女性担任（Danfoss 2020）。

框3-5：案例研究：印度气候伙伴的制冷服务

在印度，由Mahila Housing Trust领导的气候伙伴（Climate Saathis）项目认识到女性在建设气候适应性和改善居住在非正式定居点的人们生活中所能发挥的重要作用，因此培训女性成为能源审计员（Gadhvi 2023）。这些受过培训的女性鼓励家庭转向更节能的照明、风扇和制冷设备。因此，她们成为了基层微型企业家，构建了一个以女性为主导的高效和脱网产品分销网络。

到2023年7月，已在贫民窟社区进行了约28000次能源审计，每年为家庭节省了超过70万美元的电费。此外，对200多个模块化屋顶和500个屋顶进行了太阳反射性白漆涂装，每年减少了105吨二氧化碳排放。



在2023年7月之前
对贫民窟社区进行
28000次能源审计

04 空间冷却

考虑到城市、建筑和设备水平之间的联系，可持续空间冷却的综合方法具有多种好处。政府和行业需要优先考虑加速可持续制冷，作为向弱势群体提供热舒适的一种手段。

按目前情况考虑，2050年供冷空调能耗将占制冷领域总能耗的70%，其中住宅供冷空调能耗增长最快。任何近零温室气体排放的途径都需要有力和快速的政策行动和技术创新的支撑，以在供冷的同时减少排放。

通过合理的城市设计、基础设施建设战略、国家和地方政府的政策干预，能够在城市尺度上减少热量，降低建筑物冷负荷，提高系统效率。通过建筑规范实现被动式技术的创新，采用高能效设备，可以显著节约能源。

供冷空调相关政策应通过减小设备容量、提高设备效率、减少高GWP制冷剂使用和最大限度地减少总体环境影响来促进可持续冷却和耐热性。

4.1 系统综合集成方法

一种可持续供冷系统综合集成方法如图4-1所示，考虑了城市、建筑和设备层面的相互联系和影响，从而具有多个方面的优势。具体来说，这种方法将最大限度地减少对主动冷却设备的需求，从而减少制冷剂消耗、消费者成本、与电力相关的温室气体排放、电网扩容的需求。

合理的城市设计、基础设施建设战略、国家和地方政府的政策干预可以在城市尺度上减少热量。例如，城市热岛效应能使地表温度升高5℃（欧洲航天局2022；Santamouris和Vasilakopoulou 2023），在极端情况下甚至升高达24℃（Chow和Chugh 2022），以上问题可以通

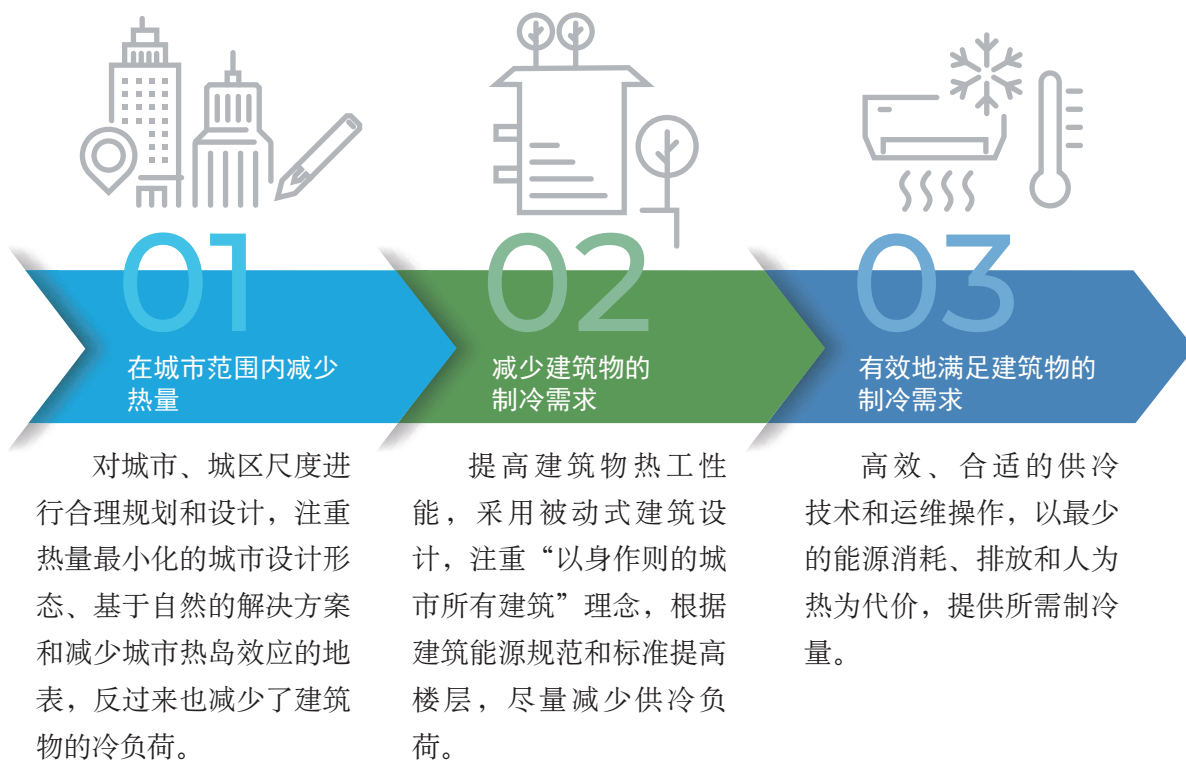


图4-1：实现可持续供冷的全系统方法

过已被证明极其有效的措施来缓解，包括：基于自然的解决方案（例如添加绿植、采用水基技术），在地面和建筑围护结构使用有利于降温的材料，以及通过织物天篷和藤架进行人工遮阳。

通过合理的建筑设计（例如：被动式设计、优化围护结构、朝向、立面设计，遮阳、材料选择、基于自然的绿化和水景、自然通风等）可以最大限度地减少建筑物的冷负荷。这些措施可以通过改进建筑相关标准规范和采用先进的能源设计指南来实施。相关案例包括美国采暖、制冷和空调工程师学会（ASHRAE），BUILD_ME和IEA热泵附件75的标准和指南。

重要的是，建筑设计应尽可能降低冷负荷，相应冷负荷应使用高效和环保的设备进行处理。电器的能效和碳足迹受当地市场动态环境影响（例如：购买力、市场规模、技术人员能力、消费者受教育程度、主管机关、最低性能标准可用性等）。有必要制定相应政策以支持降低建筑冷负荷，以及在能效标准方面进行全球最佳实践。



4.2 供冷空调的技术创新

被动式冷却与一体化设计

投资是被动式冷却技术的关键，特别是对于住宅供冷空调。被动式措施降低负荷的潜力巨大，可以减少28%的供冷空调负荷（如图4-2）。从历史上看，通风一直是主要的被动冷却技术，而辐射技术（如辐射板）和太阳能控制技术的创新也正在迅速发展。

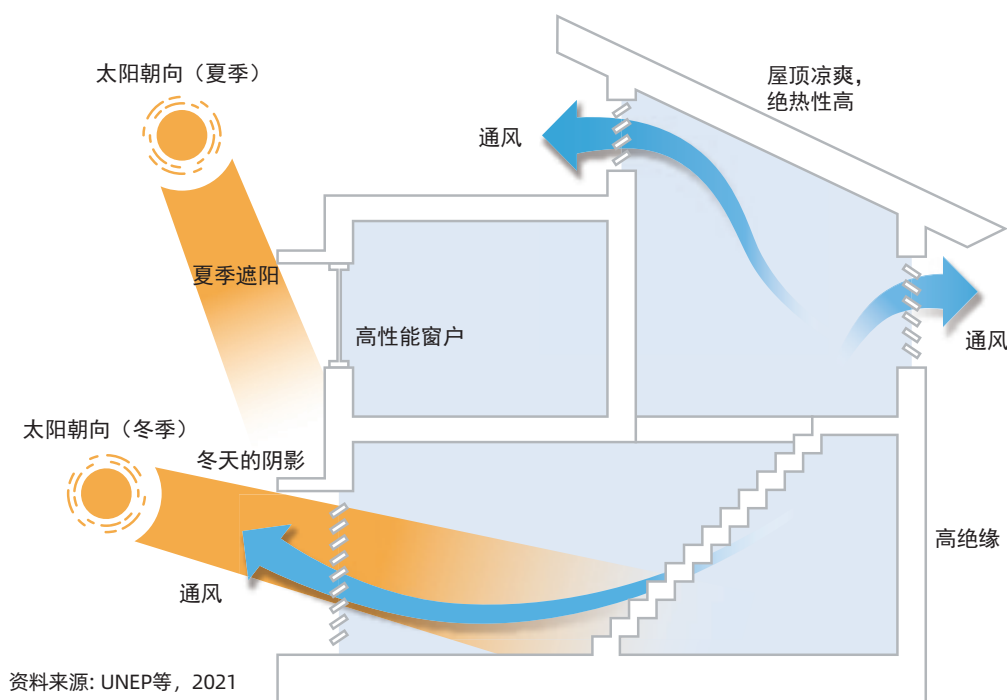
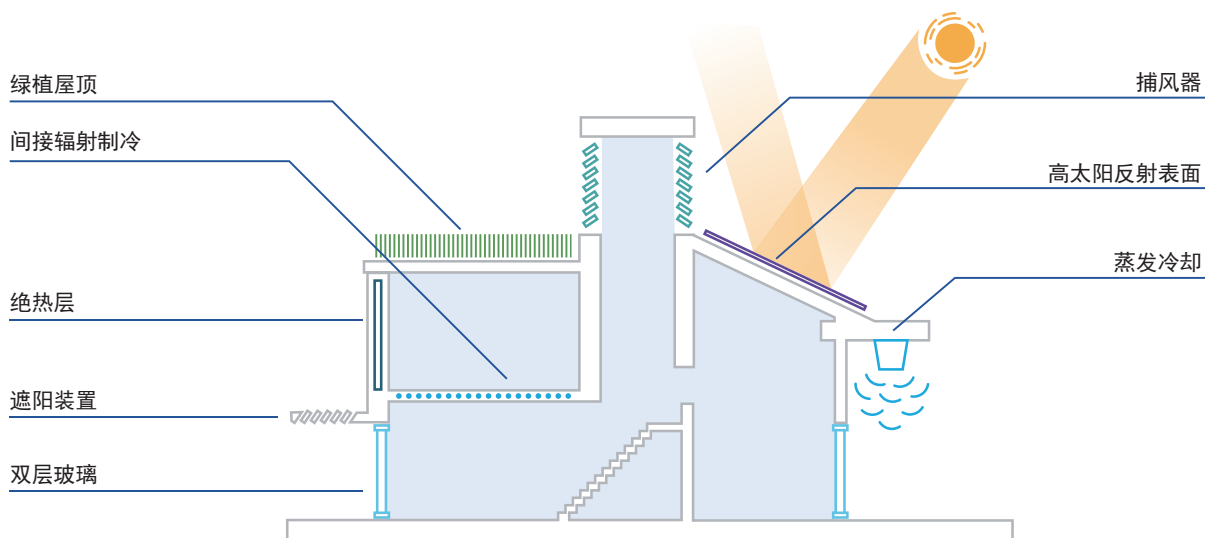


图4-2：建筑被动式冷却技术原理

被动式冷却的措施包括基于自然的方法，可以减少、避免或取消对机械制冷的需求，并保障建筑环境热舒适（Miranda et al. 2021）。被动式冷却的措施可大体分为三类：1）隔热-阻挡太阳辐射，使用微气候技术和太阳能控制措施，如：遮阳、玻璃和光圈等；2）热量调节——利用建筑材料捕捉或取代峰值温度；3）散热——从建筑物中获取热量，并将热量通过空气、水或

天空等散热器处理。

商业建筑在被动式冷却方面有额外的措施，如图4-3所示。研究表明，通过使用各种技术，被动式冷却可以帮助降低建筑能耗8%~70%（Song et al. 2021）。先进的设计架构可能提供更好的冷却性能，但需要一种综合的建筑设计方法（Freewan 2019）。



资料来源：Sharma, 2022

图4-3：商业建筑中的被动式制冷机会

住宅建筑超高效制冷空调设备的创新与规模化

主动冷却技术指使用机械手段从室内空间移除或转移热量。目前占主导地位的供冷空调技术是蒸汽压缩系统（如常见的空调器）。目前，全球空调装机容量的近70%在住宅领域（IEA 2023）。然而，市场上最高效的住宅空调产品与用户购买最多的产品之间存在着巨大的差距，这种差异体现在最高效产品和不同国家相应的最低性能标准上。

支持超高效低GWP空调设备的创新和规模化的政策对于改变住宅制冷空调的排放曲线至关重要。需要支持的主动冷却技术包括：

（1）增加使用变速压缩机。在相同的总制冷量下，变速压缩机比定速压缩机节省30%的能耗；与定速机组相比，变速机组的室内噪音低，部件寿命更长。

（2）鼓励消费者使用高效能设备。一台高效的空调设备可以大大降低能源成本，通常在不到三年的时间内，根据使用小时数情况，通过累计节能量能够回收增

量成本。

（3）投资变制冷剂流量技术（多联机空调系统）。

多联机空调系统（主要用于较大的非住宅建筑）提供了更高效的空调方案选择，特别是因为它们能够同时满足建筑供冷、供热的需求，并主要（超过99%）采用变速压缩机驱动。



图源：JR-stock/hutterstock

与传统的一体式空调机组相比，多联机空调的能效提高30%~50%（Lee et al. 2018）。对多联机空调系统的投资和相关政策措施的扶持将促进这项技术的推广。投资效率更高的空气或水冷式空调系统也是一种选择，因为这些系统所需制冷剂充注量更低，在建筑安全规范限制使用高制冷剂充注量的多联机系统时，这些系统能够使用可燃制冷剂。

（4）区域冷却系统的扩展。虽然这种系统本身不是一种创新，但其主要优势在于能够整合单个冷却装置可能无法获得或不实用的能源，例如工业和服务部门的废热。这种综合能源集成利用技术有助于采用更具效益、节能和环保的制冷解决方案，替代效率较低的独立冷却设备。与传统空调系统相比，区域供冷可使制冷能耗降低达50%（Shi, Lu和Wang, 2017）。

4.3 克服制冷空调的技术障碍

可持续供冷技术的实现需要把握空调技术带来的机遇和障碍。空调技术仍然是满足日益增长的制冷需求的首要解决方案，而其他替代方案往往被忽视。这造成了一系列障碍，阻碍了其他可持续供冷技术的发展，如低

技术含量的被动措施。相应技术障碍包括：替代舒适技术的创新缓慢，忽视湿度的作用，在能效评级中不考虑湿度影响，采用以建筑物为中心而不是以用户为中心的系统（例如低设定温度），限制了节省供冷量的机会，并且只关注空调的标准运行阶段而不是其全生命周期运行。

注重被动式设计，满足居住者的热舒适需求

有必要制定相关政策克服各种障碍，实现可持续的供冷空调的发展（如图4-4）。建筑相关政策不应仅注重能效，而应兼顾被动式设计，即利用建筑布局、结构和形式来减少或消除对耗能空调技术的需求。相关政策应综合考虑供冷过程中其他热舒适参数（如：湿度、空气流速等），而非仅关注温度。

制冷系统的重点应转变为以用户为中心，创新应考虑供冷空调技术在全生命周期内的影响。所有领域都应落实这样的能源管理政策实践以优化能源利用，尤其对于住宅和政府建筑。此外，由于穷人和离网人群在住宅、诊所、医院和学校等机构环境中属于弱势群体，供冷空调相关政策内容应包括帮助他们获取供冷服务的措施。



图4-4：克服供冷领域障碍和扩大可持续供冷的政策

减少供冷需求并将整体影响降至最低连续性政策

重要的是，供冷政策应以减小制冷系统和制冷需求、减少资源消耗和尽量减少供冷对环境的影响的方式促进可持续供冷和热恢复性。一种循序渐进的方法是：

首先通过遮阳、散热、调节和预防，重点关注适应性和提高热恢复能力；然后，通过智能管理多维舒适变量和以用户为中心的技术，专注于缩小供冷系统和负荷需求；最后，专注于减少资源消耗和环境影响、设备生命周期和电网减碳（如图4-5展示了以上步骤）。

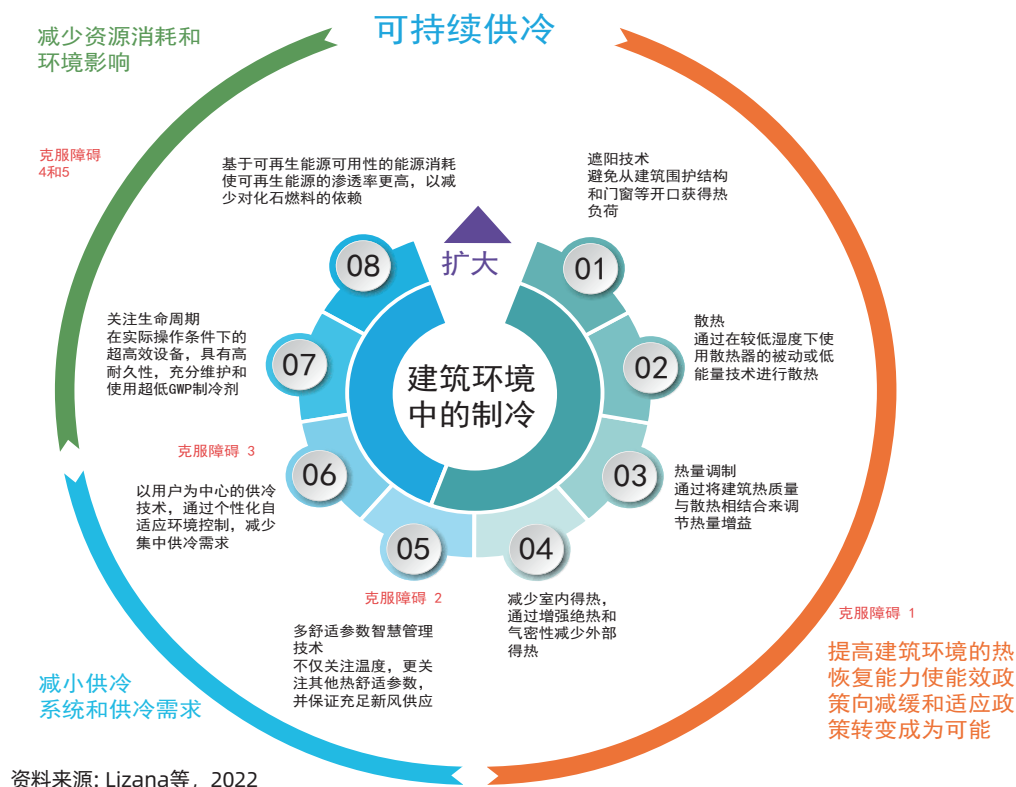


图4-5：解决可持续供冷空调障碍的建议行动步骤

（杨子旭、刘树荣、牛恒、肖寒松、李天成 译）

（未完待续……）

落基山研究所发布《碳中和背景下我国建筑领域发展的新机遇》报告（二）



碳中和背景下我国建筑领域发展的新机遇



编者按：落基山研究所于2024年9月发布了《碳中和背景下我国建筑领域发展的新机遇》报告。报告详细分析了我国建筑领域碳排放的现状与趋势，从建筑用能脱碳、低碳建材推广、产业链绿色转型、公平普惠四个维度，全面梳理了建筑领域面临的新挑战与机遇，并提出相应的行动建议，旨在通过技术创新、政策引导和市场机制的协同作用，为我国建筑领域的碳中和转型提供支持。本刊将以连载的形式持续向大家推出与制冷相关的报告内容，欢迎广大读者持续关注。

前言

建筑领域的二氧化碳排放占全球总二氧化碳排放的37%，是全球共同应对气候变化、实现气候目标的关键领域。我国是全球建筑存量最大的国家，现有总建筑面积存量约700亿平方米，每年新增建筑面积超过10亿平方米。2022年，我国建筑运行阶段产生的二氧化碳排放达22亿吨，建材生产、运输和施工阶段碳排放15亿吨，约占全国二氧化碳排放总量的32%。随着极端天气频发、快速城镇化和居民生活水平提升，建筑建造和用能相关的需求明显增长，由此导致的能源消费和碳排放持续增长。建筑领域节能降碳不仅与人民日益增长的生活需求息息相关，对于我国双碳目标的顺利实现也至关重要。

落基山研究所一直致力于推动全球建筑领域零碳转型。二十世纪八十年代，落基山研究所曾引领美国被动房的快速发展，九十年代推动绿色建筑规模化并参与相关认证体系如LEED体系的设计和推广，本世纪初设计并实施了纽约帝国大厦能效改造、北美创新中心净零能耗建筑等全球领先的典范项目。在我国双碳目标的指引下，为支持建筑领域脱碳和零碳建筑规模化发展，落基山研究所2017年在宁波梅山近零碳示范区推动了首个建筑全生命周期碳减排政策实践，发布了六维未来零碳建筑倡议，并积极参与我国零碳建筑标准体系建设、提供相关国际实践参照和技术支撑。

本报告旨在支持和推动我国建筑领域的碳中和转型，基于行业经验、政策解读、市场洞察，从建筑用能、建筑材料、建筑产业、公平普惠四个维度全面梳理了碳中和背景下建筑领域面临的新的发展机遇，并提出了针对性的行动建议。报告提出，碳中和背景下，建筑的主要发展趋势和机遇包括：建筑能源系统将通过提升建筑用能灵活性及零碳供暖实现用能脱碳；建筑用材将逐步低碳化，低碳混凝土、低碳钢筋、木材等低碳建材得到推广；建筑产业将形成碳中

和驱动的新经济增长点；建筑碳中和将惠及低收入、城镇老旧小区和农村居民。

第一章 建筑领域碳中和的意义与进展

1.1 建筑领域碳中和的重要意义

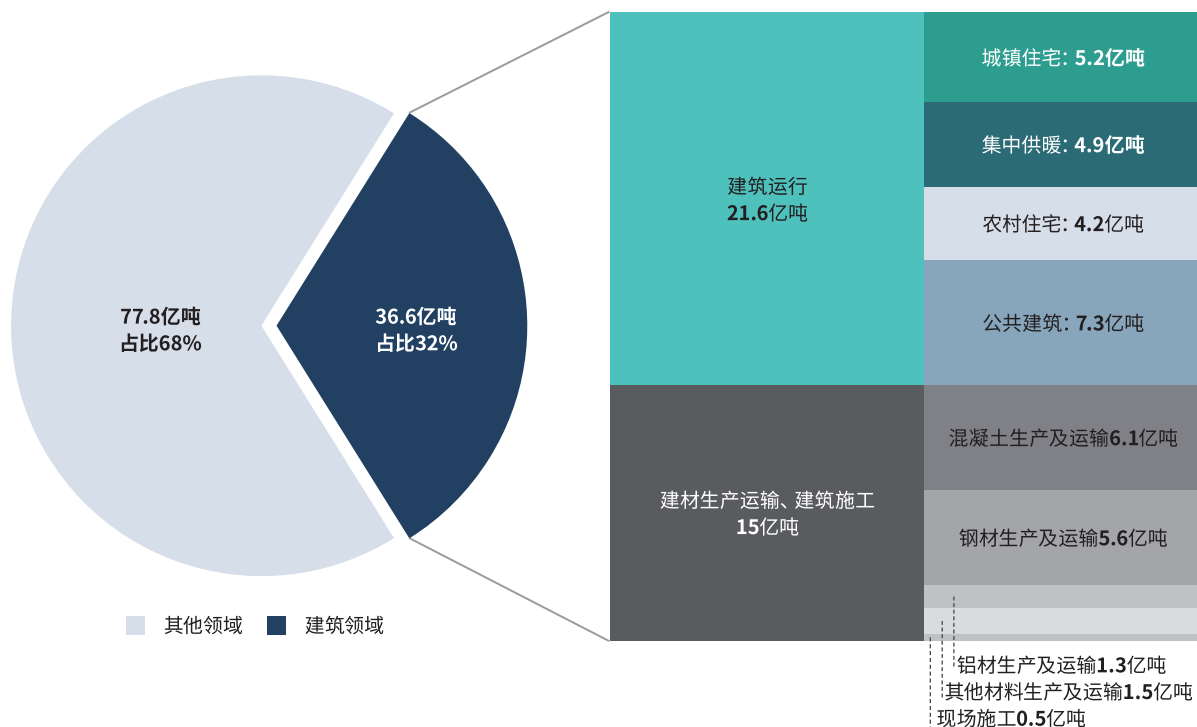
我国自2020年提出“2030年前碳达峰，2060年前碳中和”的“双碳”目标以来，建筑ⁱ一直是双碳行动的主要工作领域之一。据测算，2022年我国建筑领域二氧化碳排放总量达37亿吨，占全国二氧化碳排放总量的32%ⁱⁱ。其中，来自建筑运行阶段的二氧化碳排放约为22亿吨，来自建材生产运输及建筑施工的二氧化碳排放约为15亿吨（图1）。过去10年来，随着城市建设的逐渐放缓，我国建筑领域的总碳排放量已经基本处于平台期，自2014年以来未有较大增长（图2）。但相比于发达国家，我国的人均建筑面积和用能水平仍有增长的空间，因此建筑领域的碳达峰与碳中和还需要兼顾需求的增长与碳排放的下降。

建筑领域实现“双碳”目标还对其他相关部门的减排至关重要。首先，建筑是能源需求侧的主要领域之一。我国建筑运行用能占到全国终端能源消费的21%和终端电力需求的四分之一。建筑行业的电气化率达到44.9%，在终端用能部门最高。因此，电力系统的清洁化是建筑碳中和的必要前提，同时建筑也会成为新型电力系统中重要的灵活性资源发挥减排作用。其次，建筑是大宗工业原材料的最主要消费行业，我国建筑钢铁用量占全社会钢铁总产量的约37%，建筑水泥用量占全社会水泥总产量的约55%。建筑材料在生产运输施工过程中的碳排放隐含在建筑中，被称为隐含碳。建筑领域降低隐含碳的措施将推动上游工业行业减排，培育低碳产品市场，产生协同减排效益。

建筑还是关乎民生的重要领域，建筑领域的双碳行动可以将更高效、智能、健康的居住环境惠及更广

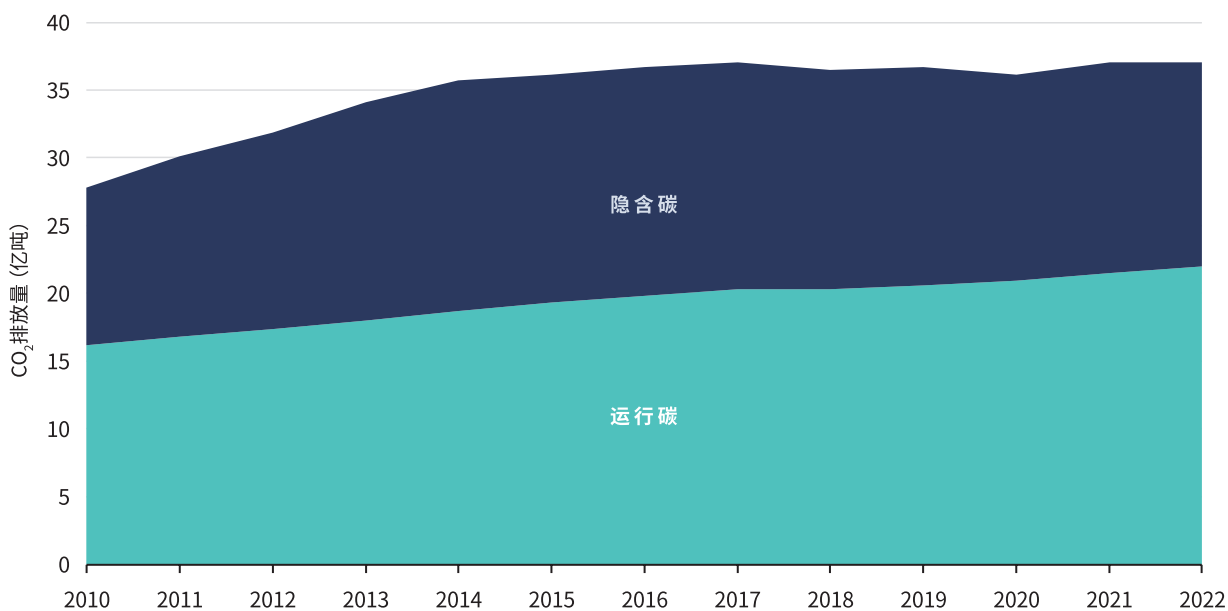
i “建筑”一词在不同语境下存在若干不同概念，主要有建筑领域、建筑部门、建筑业等。本报告的“建筑”指房屋建筑（对应英文“building”）及其上下游的产业链（包括建筑材料、建筑设计、建筑服务等）。按照我国行业分类，“建筑业”一词包括房屋建筑业、土木工程建筑业、建筑安装业、建筑装饰、装修和其他建筑业，涵盖了房屋建筑、基础设施及建筑服务类活动。本文中，“建筑业”与“建筑产业”具有相同的意义。“Building sector”一词有时翻译为“建筑部门”，但此词在官方表达中较少使用，且通常与政府部门设置挂钩，“建筑部门”通常不包括建材生产等活动。“建筑领域”一般指与建筑相关的领域，涵盖了建筑设计、施工、监理、建筑材料和设备、建筑服务，与本报告聚焦的建筑概念相同；且在政府发布的碳达峰碳中和相关政策中使用较多。因此，本文统一使用“建筑领域”一词。为行文方便，本报告会使用“建筑”代替“建筑领域”，例如“建筑脱碳”代替“建筑领域脱碳”等表述。

ii 2022年全国二氧化碳排放为114.8亿吨，数据来自国际能源署。



来源：落基山研究所基于《中国建筑节能年度发展研究报告2024》国际能源署数据以及《2023中国建筑与城市基础设施碳排放研究报告》测算得出

图 1 2022年我国建筑领域二氧化碳排放



来源：落基山研究所基于清华大学的数据整理

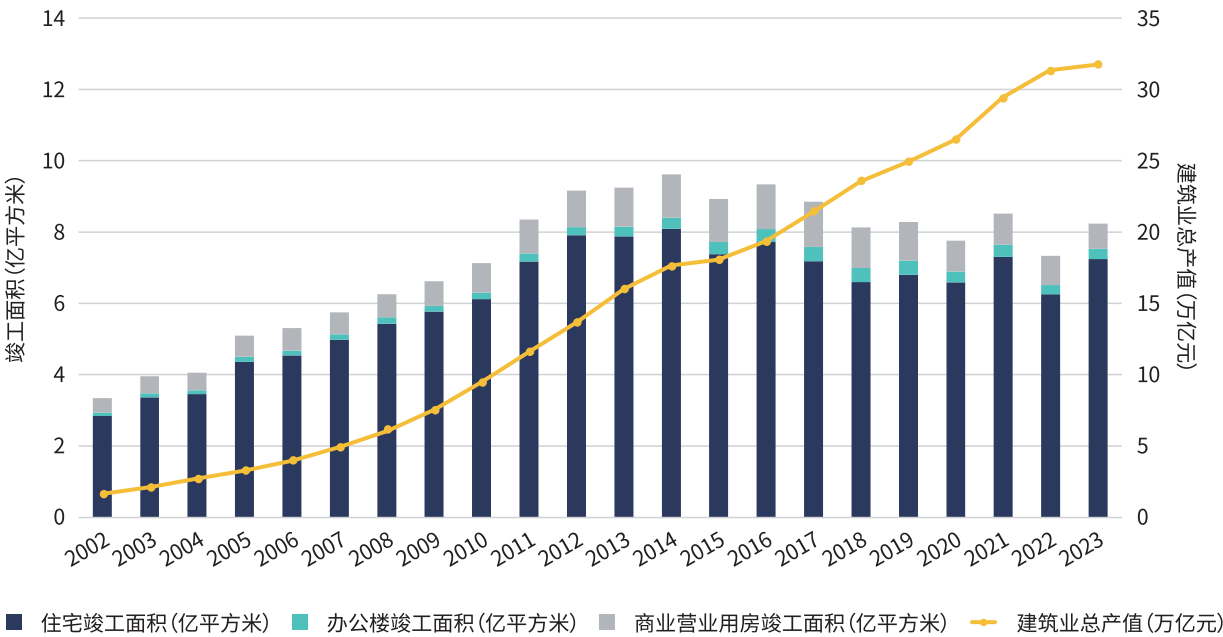
图 2 2010—2022年我国建筑领域二氧化碳排放变化

泛的社会群体。我国拥有全世界规模最大的保障房体系、规模最大的存量建筑以及数量仍然庞大的农村住宅。保障性住房、老旧小区、农村住宅三类住房总面积达到近350亿平方米，占全国住房面积比例56.5%，居

民总量约7.5亿人。随着保障性住房建设、旧城更新与乡村振兴的推进，碳中和技术在这三类住房中的进一步推广将带动居民生活质量提升，有利推动共同富裕与社会公平。

双碳行动还意味着建筑领域从粗放式增长转变为高质量增长，将为行业可持续健康发展带来新的增长点。2000年以来我国建筑业增加值占国内生产总值的比重一直保持在6%以上，建筑业总产值到2023年已达31.6万亿元，并为全社会提供了超过5000万个就业岗位。但近年来，我国建筑市场的供求关系发生重大变化。我国建筑竣工面积在经历2014—2016年的峰值后

已呈现缓慢下降趋势（图3）。受疫情、房地产市场供求关系变化等因素影响，新开工建筑面积也在近年下降，2023年仅为9.5亿平方米。依靠土地经济和大规模增量的粗放式发展模式将不再适用。“双碳”目标的出现对建筑提出了低碳、高效、智能等新要求，将促成一批新技术、新模式的应用推广，推动建筑领域向高质量和精细化管理发展。



来源：落基山研究所根据中国国家统计局数据绘制

图 3 2002—2023年全国建筑业总产值及各类建筑竣工面积走势

1.2 建筑双碳行动的进展

为落实双碳目标，我国加速推动建筑领域节能降碳，国家层面建筑碳中和指导性文件陆续出台。2022年住房和城乡建设部、国家发展和改革委员会发布了

《城乡建设领域碳达峰方案》，成为城乡建设领域高质量碳达峰的指导性文件。同时，围绕建筑领域碳达峰碳中和的重点工作方向，国家出台了建筑节能、可再生能源、建材、零碳建筑等相关方面的政策、标准和路线图，细化了建筑领域的脱碳行动（表1）。

表 1 近年我国建筑领域双碳政策

时间	政策	意义	主要内容
2021.10	2030 年前碳达峰行动方案	“双碳”目标顶层设计	推进城乡建设绿色低碳发展， 加快提升建筑能效水平， 优化建筑用能结构。
2022.03	“十四五”建筑节能与绿色建筑发展规划	提出建筑领域落实双碳战略的具体目标	到 2025 年， 建设超低能耗、近零能耗建筑 0.5 亿平方米以上，装配式建筑占当年城镇新建建筑的比例达到 30%， 全国新增建筑太阳能光伏装机容量 0.5 亿千瓦以上， 城镇建筑可再生能源替代率达到 8%， 建筑能耗中电力消费比例超过 55%。
2022.04	建筑节能与可再生能源利用通用规范	首次将建筑碳排放纳入建筑节能国家标准体系	全文强制执行的建筑新标准， 对于新建建筑碳排放计算做出了强制要求， 提高了新建建筑热工性能限制、以及暖通空调系统效率和照明要求。

时间	政策	意义	主要内容
2022.06	城乡建设领域碳达峰实施方案	明确城乡建设领域碳达峰重点任务	2030 年前城乡建设领域碳排放达到峰值，建设绿色低碳城市，打造绿色低碳县城和乡村。
2022.11	建材行业碳达峰实施方案	明确建材行业碳达峰重点任务	强化总量控制、推动原料替代、转换用能结构、加快技术创新、推进绿色制造， 实现 2030 年前建材行业碳达峰。
2023.07	零碳建筑技术标准(征求意见稿)	首个针对零碳建筑的国家标准	零碳建筑应采用性能化设计方法， 建筑冷热源和热水热源应优先选用太阳能光热系统、地源热泵、空气源热泵等； 供电系统应优先选用光伏发电、风光互补等。
2024.03	加快推动建筑领域节能降碳工作方案	明确建筑领域节能降碳重点任务	到 2025 年， 城镇新建建筑全面执行绿色建筑标准， 新建超低能耗、近零能耗建筑面积比 2023 年增长 0.2 亿平方米以上，完成既有建筑节能改造面积比 2023 年增长 2 亿平方米以上，建筑用能中电力消费占比超过 55%， 城镇建筑可再生能源替代率达到 8%。
2024.03	推动大规模设备更新和消费品以旧换新行动方案	进一步巩固和发挥投资对优化供给结构的关键作用	到 2027 年， 建筑等领域设备投资规模较 2023 年增长 25% 以上。加快更新不符合现行产品标准、安全风险高的老旧住宅电梯。有序推进供热计量改造， 持续推进供热设施设备更新改造。以外墙保温、门窗、供热装置等为重点，推进存量建筑节能改造。
2024.05	建立碳足迹管理体系的实施方案	明确建立产品碳足迹管理体系的目标与任务	到 2027 年， 碳足迹管理体系初步建立，制定出台 100 个左右重点产品碳足迹核算规则标准。到 2023 年， 制定出台 200 个左右重点产品碳足迹核算规则标准。
2024.07	加快构建碳排放双控制度体系工作方案	建立能耗双控向碳排放双控全面转型新机制	完善建材等重点行业领域碳排放核算机制。制修订重点行业企业碳排放核算规则标准。在重点行业开展温室气体排放环境影响评价， 强化减污降碳协同控制。组织相关行业协会、企业、科研单位等制定发布产品碳足迹核算行业标准或团体标准。
2024.08	关于加快经济社会发展全面绿色转型的意见	首次系统部署加快经济社会发展全面绿色转型	推广绿色建造方式， 优先选用绿色建材。建立建筑能效等级制度。加快既有建筑和市政基础设施节能节水降碳改造， 推广先进高效照明、空调、电梯等设备。优化建筑用能结构，推进建筑光伏一体化建设， 推动“光储直柔”技术应用，发展清洁低碳供暖。
2024.08	关于进一步强化碳达峰碳中和标准计量体系建设行动方案（2024—2025 年）的通知	细化部署“双碳”标准计量体系建设工作	加快推进建材、建筑等重点行业企业碳排放核算标准和技术规范的研究及制修订。开展建材等重点产品碳足迹标准研制。推动加强钢铁、水泥等重点行业和领域碳计量技术研究。组织各地区对建筑建材等传统行业以及数据中心、公共机构等重点领域开展能源计量审查。

来源：落基山研究所根据政策文件整理

同时，国家、地方政府及市场主体通过一系列规划、试点、工作方案、激励政策和具体的建筑项目逐步落实建筑领域的降碳行动。其中代表性的如北方地区冬季清洁取暖规划、政府采购支持绿色建材促进建筑品质提升试点、河南省超低能耗建筑奖励政策、

北京市装配式建筑实施意见、广州市政府投资公共建筑执行近零能耗建筑标准政策等。这一系列工作方案和支持政策在建筑节能政策的基础上更加关注建筑降碳，推动了建筑领域碳中和进程（表 2）。

表 2 建筑领域国家、地方与企业双碳行动举例

主体	时间	发文	行动内容
国家层面行动			
国家发改委等十部委	2017 年	北方地区冬季清洁取暖规划	《规划》明确到 2021 年，北方地区清洁取暖率达到 70%，替代散烧煤 1.5 亿吨，“2+26”城市城区全部实现清洁取暖，农村地区清洁取暖率达到 60% 以上。
财政部、住房和城乡建设部	2020 年	关于政府采购支持绿色建材促进建筑品质提升试点工作的通知	形成绿色建筑和绿色建材政府采购需求标准，落实绿色建材采购要求，探索开展绿色建材批量集中采购。
中国银行保险监督管理委员会	2022 年	关于银行业保险业支持城市建设和治理的指导意见	鼓励银行保险机构加大支持城市发展的节能、清洁能源、绿色建筑、超低能耗建筑等领域，大力支持气候韧性城市建设和气候投融资试点。
工业和信息化部办公厅等六部门	2023 年	关于开展 2023 年绿色建材下乡活动的通知	在 2022 年已批复第一批试点地区的基础上，根据不同区域发展需求和实际，再选择第二批 5 个左右试点地区开展活动。
地方层面行动			
重庆市	2021 年	重庆市绿色低碳建筑示范项目和资金管理办法	四类“绿色低碳建筑示范项目”的专项补助资金申报。
北京市	2023 年	北京市推动智能建造与新型建筑工业化协同发展的实施方案	推进工程建设项目全生命周期绿色建造，推动政府投资工程等项目优先应用绿色建材，逐步提高绿色建材应用比例。
上海市	2023 年	关于推进本市新建建筑可再生能源应用的实施意见	要求上海市新建公共建筑、居住建筑和工业厂房按要求使用一种或多种可再生能源，到 2025 年，城镇新建建筑可再生能源替代率达到 10%。
河南省	2024 年	关于推荐 2024 年装配式建筑和超低能耗建筑奖补项目的通知	根据装配率确定奖补力度，明确量化目标。
广州市	2024 年	关于政府投资公共建筑项目全面执行《近零能耗建筑技术标准》的通知	新立项的政府投资和以政府投资为主的新建公共建筑项目应满足超低能耗建筑技术要求与标准。
深圳市	2024 年	深圳市支持虚拟电厂加快发展的若干措施	推动建筑及园区智能化改造，支持加装智能控制终端，提升建筑楼宇响应能力。
企业行动：太古地产、新城控股、瑞安等房地产企业制定了科学碳目标，推行绿色采购打造绿色供应链体系等行动；阿拉善 SEE 等机构发起房地产行业绿色供应链行动，推选环境表现良好的供应商进入推荐采购名单。			

来源：落基山研究所根据政策文件及公开报道整理

未完待续……

（信息来源：落基山研究所）

能源效率 2024：全球趋势与技术创新引领未来发展

在当今全球气候变化和能源危机的双重挑战下，能源效率已成为实现可持续发展和应对环境挑战的关键。2024年11月，国际能源署（IEA）发布了《能源效率2024》报告，揭示了全球在提升能源效率方面的最新进展与未来趋势，特别关注了热泵、制冷、建筑节能以及电气化等相关领域的技术创新与政策推动。本文将对报告的核心内容进行详细解读，并探讨这些领域的发展现状与未来方向。

一、总体介绍与结论

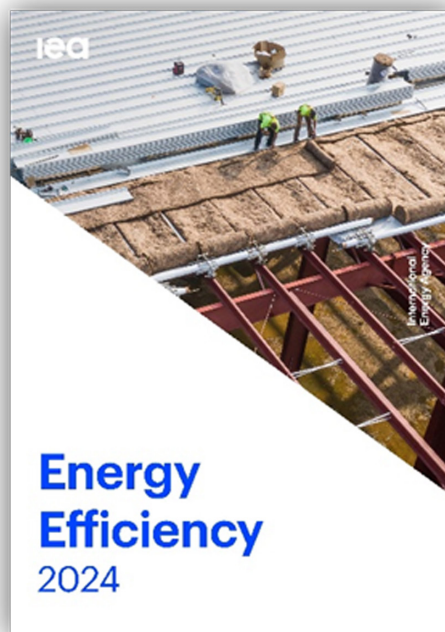
《能源效率2024》报告由国际能源署联合多家全球知名研究机构共同发布，旨在为全球能源效率的提升提供权威的数据分析与政策指导。报告指出，能源效率是实现全球目标如摆脱化石燃料和降低排放的关键所在。近年来，随着全球经济的增长和能源需求的增加，提升能源效率已成为各国政府、企业和学术界共同关注的焦点。

报告通过对全球一次能源强度、电气化水平、终端能源需求等多个维度的数据分析，得出了几个重要的结论：首先，全球能源效率的提升正在加速，但不同地区之间的进展存在显著差异；其次，电气化水平的提高和热泵技术的广泛应用成为提升能源效率的重要手段；再次，建筑节能政策的实施与技术创新对于降低建筑能耗具有重要意义；最后，电气化的快速发展对能源账单节省的影响显著，但电力与化石燃料之间的价格差异是关键因素。

二、热泵技术的革新与应用

热泵技术作为提升能源效率的重要手段之一，近年来在全球范围内得到了广泛的关注与应用。报告指出，热泵技术比基于化石燃料的技术效率高出数倍，能够显著降低终端用户的能源消耗。以中型电动汽车和热泵为例，最有效率的中型电动汽车消耗的初级能源大约是同等内燃机汽车的一半，而热泵的能耗通常不到燃气锅炉能耗的25%。

在热泵技术的创新方面，各国政府和企业正加大研发投入，推动高效热泵产品的研发与应用。此外，热泵技术的普及还受到政策推动和市场需求的三重影响。例



如，在一些国家和地区，政府通过提供补贴、税收优惠等政策措施，鼓励居民和企业使用热泵技术来替代传统的供暖方式。

在建筑领域，热泵技术的应用更是具有广阔的前景。报告指出，通过安装热泵并增加高水平的隔热材料，可以为无隔热层的房屋减少高达90%的年度供暖能源需求。这一技术的普及不仅有助于提升建筑的能源效率，还能显著降低建筑能耗和碳排放。

三、制冷需求的挑战与机遇

随着全球气温的升高和城市化进程的加速，制冷需求呈现出快速增长的趋势。然而，传统的制冷方式往往能耗高、排放大，对环境和人体健康造成不良影响。因此，如何在满足制冷需求的同时提升能源效率，成为摆在全球面前的一大挑战。

报告指出，提升制冷能源效率的关键在于技术创新和政策推动。在技术创新方面，各国政府和企业正加大研发投入，推动高效制冷产品的研发与应用。例如，采用新型制冷剂、优化制冷系统结构等技术手段，可以显著降低制冷设备的能耗和排放。在政策推动方面，各国政府通过制定能效标准、提供补贴等政策措施，鼓励居民和企业使用高效制冷设备来替代传统的制冷方式。

此外，报告还强调了制冷领域与热泵技术的结合应用。通过利用热泵技术的余热回收功能，可以实现制冷过程中的能源高效利用。这一技术的普及不仅有助于提升制冷能源效率，还能为热泵技术的进一步推广提供新的应用场景。

四、建筑节能的创新与实践

建筑节能是提升能源效率的重要领域之一。报告指出，随着全球城市化进程的加速和建筑能耗的不断增长，建筑节能已成为各国政府和企业共同关注的焦点。在建筑节能的创新方面，各国政府和企业正加大研发投入，推动高效节能建筑产品的研发与应用。例如，采用新型保温材料、优化建筑设计等手段，可以显著降低建筑的能耗和碳排放。

在政策推动方面，各国政府通过制定建筑节能标准、提供补贴等政策措施，鼓励居民和企业使用高效节能建筑产品。此外，一些国家还通过实施建筑能效标识制度，引导消费者选择高效节能的建筑产品。

在建筑节能的实践方面，各国政府和企业积极探索符合自身特点的建筑节能路径。例如，在欧洲地区，政府通过制定严格的建筑节能标准和提供补贴等政策措施，推动高效节能建筑产品的研发与应用。在美国地区，政府则通过实施绿色建筑评估体系和提供税收优惠等政策措施，鼓励居民和企业使用绿色建筑材料和技术。

五、电气化的快速发展与影响

电气化作为提升能源效率的重要手段之一，近年来在全球范围内得到了快速发展。报告指出，电气化水平的提高有助于降低终端用户的能源消耗和碳排放。在电气化技术的发展方面，各国政府和企业正加大研发投入，推动高效电气化产品的研发与应用。例如，电动汽车、电动公交车等新型交通工具的普及，不仅有助于降低交通领域的能耗和排放，还能为电气化技术的进一步推广提供新的应用场景。

在电气化对能源账单的影响方面，报告指出电力与化石燃料之间的价格差异是关键因素。在一些国家和地区，由于电力价格相对较低且稳定，电气化技术的应用能够显著降低终端用户的能源账单。然而，在一些电力

价格较高的地区，电气化技术的应用可能面临一定的经济压力。因此，政府需要制定合理的电价政策和补贴机制，鼓励居民和企业使用电气化技术来降低能源消耗和碳排放。

六、未来展望与建议

展望未来，《能源效率2024》报告认为全球能源效率的提升将继续加速。随着技术的不断创新和政策的持续推动，各国政府和企业将积极探索符合自身特点的能源效率提升路径。在热泵技术、制冷领域、建筑节能以及电气化等方面，将有更多的高效节能产品和技术得到广泛应用和推广。

同时，报告也提出了一些建议来进一步推动全球能源效率的提升。首先，各国政府应加大研发投入和政策支持力度，推动高效节能产品的研发与应用。其次，政府应加强与企业和学术界的合作与交流，共同探索新的能源效率提升技术和方法。再次，政府应制定合理的电价政策和补贴机制，鼓励居民和企业使用高效节能产品和技术来降低能源消耗和碳排放。最后，政府应加强对能源效率提升的监管和评估工作，确保各项政策措施得到有效实施并取得实效。

综上所述，《能源效率2024》报告为全球能源效率的提升提供了全面的数据分析和政策指导。在热泵技术、制冷领域、建筑节能以及电气化等方面取得的显著进展和宝贵经验，将为全球应对气候变化和能源危机提供有力的支持和保障。未来，我们有理由相信，在各国政府、企业和学术界的共同努力下，全球能源效率的提升将取得更加显著的成效和突破。

注：本文由文心一言3.5模型协助解读，更多精彩内容请参考报告原文。为保内容时效性所提供的中文版翻译文件由AI制作生成。



(报告原文下载链接)



(报告翻译下载链接)

(信息来源：国际能源署)

全国首例熔盐储热耦合百万机组示范项目顺利投运

近日，华能海门电厂“基于熔盐储热的调频调峰安全供热综合提升示范项目”顺利投运。这一项目不仅标志着我国在熔盐储热技术领域取得了重大突破，更是全国首例实现熔盐储热耦合百万机组、四机联调汽水电控调频调峰的示范项目。

该项目熔盐电加热功率60MW，储能容量120MWh，额定产汽量90吨/小时，利用熔盐大规模储热实现了机组安全灵活运行、深度调频调峰、高效经济对外供热，填补了南网区域电热熔盐辅助煤电调峰、调频、供热保障的技术空白。该项目作为国家重点研发计划“储能与智能电网”重点专项“宽液体温域高温熔盐储热技术”项目熔盐储热的工程验证和示范项目之一。

项目首席科学家、北京工业大学研究员吴玉庭表示，发展大容量长时储能是国家能源转型重大战略需求，熔盐储热作为低成本大容量长时储能技术，在“双碳”目标实现中将发挥重要作用。而低熔点、高分解温度、宽温域、高储热密度、低腐蚀、低成本是熔盐储热材料的发展方向，所以迫切需要研发低熔点高分解温度、宽液体温域，高储热密度的低成本低腐蚀性熔盐复合储热材料、大进出口温差熔盐换热器和高电压熔盐电加热器等共性关键技术，实现低成本高温高效储热发电，提高熔盐储热竞争力。为“双碳”目标和高比例可再生能源目标实现，国家重点研发计划“储能与智能电网”重点专项部署了“宽液体温域高温熔盐储热技术”项目，以研发长时大容量低成本长寿命高温熔盐储热共性关键技术。

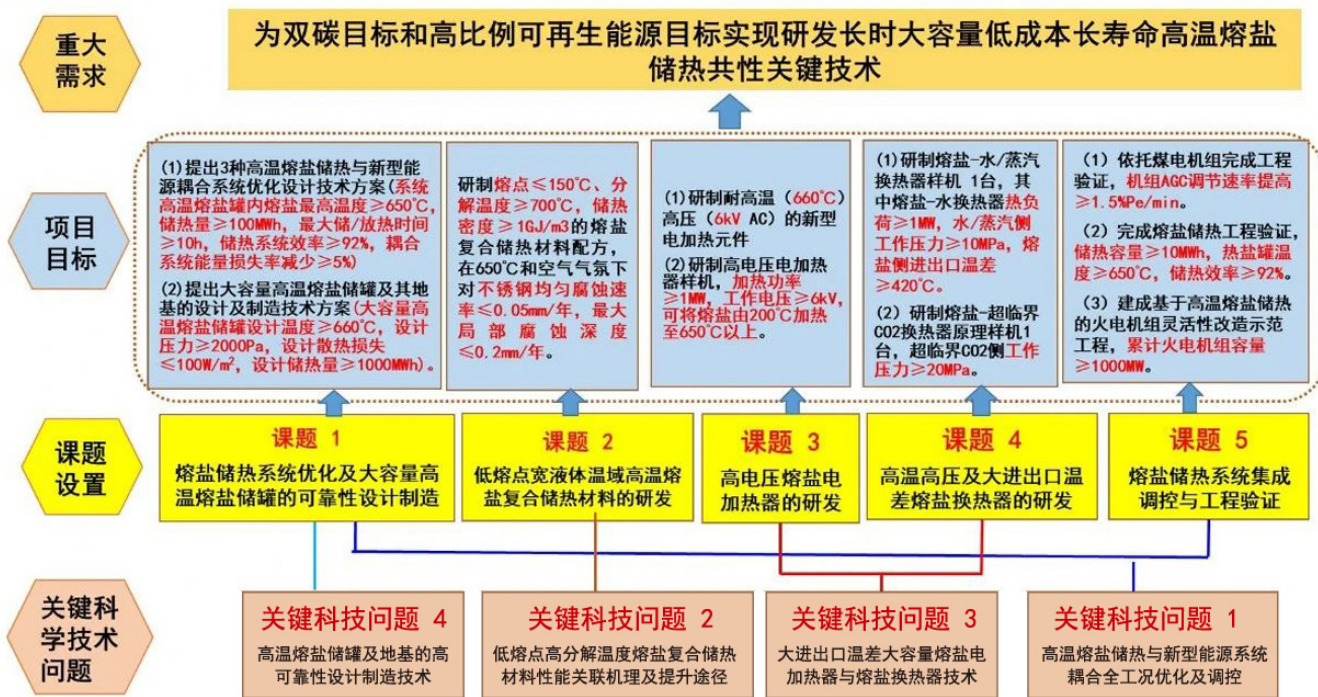


图1 项目总体设置情况

该项目优选出了熔点 133.3°C ，分解温度 734°C 的三元硝酸碳酸盐配方，并通过了熔点、初晶点、密度、黏度等热物性检测，熔盐分解温度测试，1500h、 650°C 恒高温失重和热物性测试，500次冷热循环的混合熔盐热性能测试，静态腐蚀测试等；制备了新型高

温熔岩纳米流体，研发了高电压熔岩电加热器、熔盐-水/蒸汽换热器、大容量高温熔盐储罐等关键设备。项目共申请发明专利21项，发表论文13篇，参与标准制定3项，并获得工信部第二届先进储能技术创新挑战赛技术创新创意二等奖。

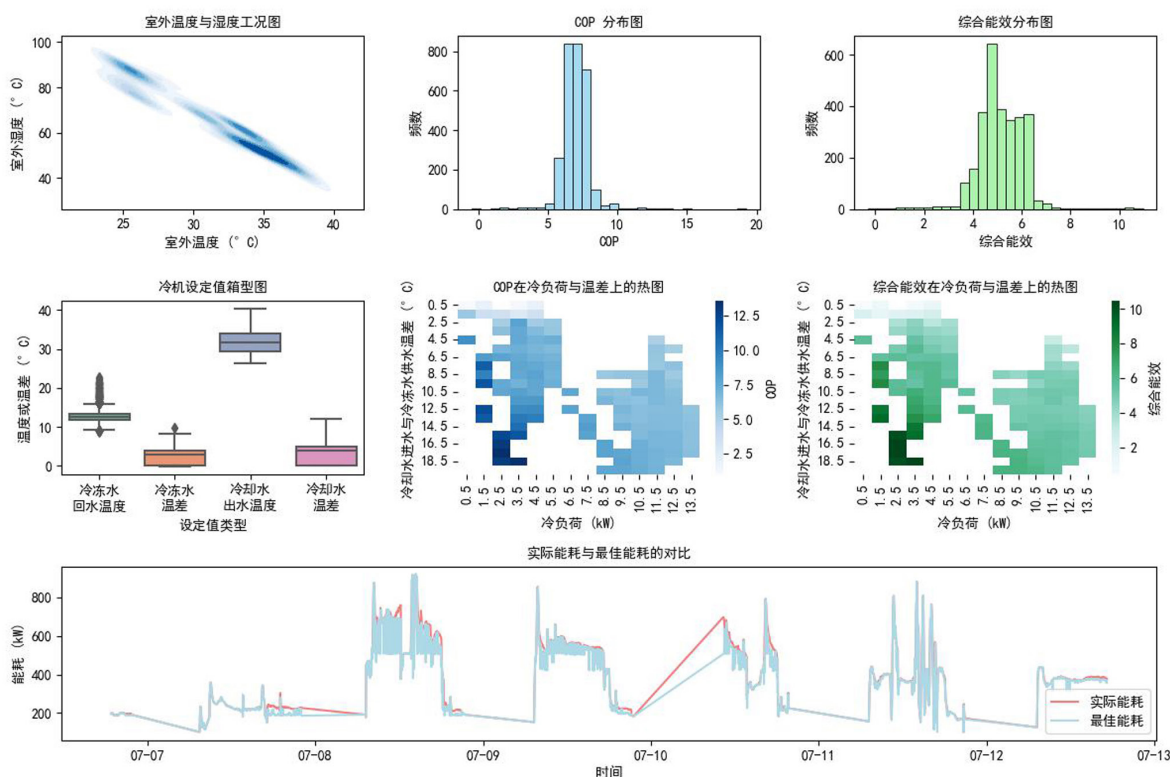
(范薇 撰稿)

上海交通大学制冷与低温工程研究所上线建筑节能 AI 公共服务应用“建筑能源领域大模型 e-GPT 1.0”

国家自然科学基金和科技部重点研发计划等课题的资助下，上海交通大学制冷与低温工程研究所杜志敏副教授主持研发的“建筑能源领域大模型 e-GPT 1.0”，于2024年11月17日正式上线。建筑能源领域大模型的研发部署，旨在为建筑能源、暖通空调及其制冷行业提供一个基于AI代理（AI Agent）的交互式人工智能工具平台，免费服务于建筑能源的终端用户、暖通空调的研发与设计人员、制冷系统工程师以及源网荷储综合能源的运维管理人员。项目研发团队希望通过 e-GPT 及其人工智能深度学习算法模型的部署为建筑能源行业提供能源大数据分析、AI深度学习预测等智能化技术服务，未来推动城市大型公共建筑、商业楼

宇、工业园区的建筑节能、高效机房综合能效提升、能源设施预测性维护及其全周期智能化管理，为我国建筑能源行业“碳达峰”“碳中和”作出积极贡献。

e-GPT 1.0是大规模预训练语言模型，基于基础大模型通过AI智能检索以及AI agent技术，检索建筑能源及其暖通空调领域知识、调用制冷空调大数据分析与AI工具，针对建筑能源领域任务提供专业疑问的交互问答、建筑节能方面的AI技术服务。目前，e-GPT 1.0上线了暖通空调及其制冷机组能效评估、高效机房节能控制策略推荐、数据中心智能运维与安全控制建议等功能。用户可通过访问<http://1.15.60.154:3000> 或扫描文末二维码使用。



上海交通大学制冷与低温工程研究所晋欣桥、杜志敏团队长期致力于解决建筑能源领域与人工智能交叉的科学问题和关键技术，旨在通过建筑能源与AI交叉实现暖通空调及其制冷系统故障预测、节能控制及其全周期智能运维，推动建筑能源人工智能技术的发展与应用。团队近年来在Cell Reports Physical Science、Applied Energy、Energy Conversion and Management、Energy等期刊发表多篇建筑能源AI研究论文，研究成果

已在建筑暖通空调、数据中心能源、储能热管理、源网荷储综合能源的智能化方面进行了推广应用。



(扫描进入模型)

制冷及相关领域多位专家入选“2024 中国知网高被引学者”名单

中国知网中国科学文献计量评价研究中心（简称“知网评价中心”）基于中国知网收录的国内学术期刊论文和会议论文，2024年首次开展学者学术影响力客观评价，遴选了“2024中国知网高被引学者”名单，助力优秀成果的国内首发。经过定量数据统计、遴选方案评审、学科专家调研等前期筹备工作，已初步形成“2024中国知网高被引学者”名单并在网上预发布，欢迎各位学者识别下方二维码确认成果下载证书。

“2024中国知网高被引学者”名单中，有多位制冷及相关领域专家入选，见附件。

注：名单按拼音顺序排序，此名单为人工统计，如有遗漏欢迎联系补充

附：制冷及相关领域知网高被引学者名单

姓名	单位	高被引学者类型
何雅玲	西安交通大学	中国知网高被引学者 Top1%
江亿	清华大学	中国知网高被引学者 Top1%
刘宝林	上海理工大学	中国知网高被引学者 Top1%
刘晓华	清华大学	中国知网高被引学者 Top1%
林波荣	清华大学	中国知网高被引学者 Top1%
王如竹	上海交通大学	中国知网高被引学者 Top1%
武卫东	上海理工大学	中国知网高被引学者 Top1%
谢如鹤	广州大学	中国知网高被引学者 Top1%
谢晶	上海海洋大学	中国知网高被引学者 Top1%
朱颖心	清华大学	中国知网高被引学者 Top1%
张旭	同济大学	中国知网高被引学者 Top1%
章学来	上海海事大学	中国知网高被引学者 Top1%

姓名	单位	高被引学者类型
曹锋	西安交通大学	中国知网高被引学者 Top5%
曹彬	清华大学	中国知网高被引学者 Top5%
陈焕新	华中科技大学	中国知网高被引学者 Top5%
陈江平	上海交通大学	中国知网高被引学者 Top5%
陈振乾	东南大学	中国知网高被引学者 Top5%
陈颖	广东工业大学	中国知网高被引学者 Top5%
陈冠益	天津商业大学	中国知网高被引学者 Top5%

姓名	单位	高被引学者类型
陈曦	上海理工大学	中国知网高被引学者 Top5%
崔晓钰	上海理工大学	中国知网高被引学者 Top5%
丁国良	上海交通大学	中国知网高被引学者 Top5%
端木琳	大连理工大学	中国知网高被引学者 Top5%
代彦军	上海交通大学	中国知网高被引学者 Top5%
代宝民	天津商业大学	中国知网高被引学者 Top5%
冯自平	中国科学院广州能源研究所	中国知网高被引学者 Top5%
公茂琼	中国科学院理化技术研究所	中国知网高被引学者 Top5%
谷波	上海交通大学	中国知网高被引学者 Top5%
黄翔	西安工程大学	中国知网高被引学者 Top5%
胡文举	北京建筑大学	中国知网高被引学者 Top5%
华维三	上海海事大学	中国知网高被引学者 Top5%
姜培学	清华大学	中国知网高被引学者 Top5%
巨永林	上海交通大学	中国知网高被引学者 Top5%
厉彦忠	西安交通大学	中国知网高被引学者 Top5%
李百战	重庆大学	中国知网高被引学者 Top5%
李安桂	西安建筑科技大学	中国知网高被引学者 Top5%
李廷贤	上海交通大学	中国知网高被引学者 Top5%
李念平	湖南大学	中国知网高被引学者 Top5%
刘斌	天津商业大学	中国知网高被引学者 Top5%
刘静	中国科学院理化技术研究所	中国知网高被引学者 Top5%
刘中良	北京工业大学	中国知网高被引学者 Top5%
刘妮	上海理工大学	中国知网高被引学者 Top5%
刘广海	广州大学	中国知网高被引学者 Top5%
刘圣春	天津商业大学	中国知网高被引学者 Top5%
梁彩华	东南大学	中国知网高被引学者 Top5%
马国远	北京工业大学	中国知网高被引学者 Top5%
马一太	天津大学	中国知网高被引学者 Top5%
蒲亮	西安交通大学	中国知网高被引学者 Top5%
申江	天津商业大学	中国知网高被引学者 Top5%
史琳	清华大学	中国知网高被引学者 Top5%
盛伟	河南理工大学	中国知网高被引学者 Top5%

姓名	单位	高被引学者类型
邵双全	华中科技大学	中国知网高被引学者 Top5%
孙志高	苏州科技大学	中国知网高被引学者 Top5%
陶文铨	西安交通大学	中国知网高被引学者 Top5%
田长青	中国科学院理化技术研究所	中国知网高被引学者 Top5%
唐景春	合肥工业大学	中国知网高被引学者 Top5%
魏庆芑	清华大学	中国知网高被引学者 Top5%
王泮浩	西安交通大学	中国知网高被引学者 Top5%
王丽伟	上海交通大学	中国知网高被引学者 Top5%
王树刚	大连理工大学	中国知网高被引学者 Top5%
王怡	西安建筑科技大学	中国知网高被引学者 Top5%
王子龙	上海理工大学	中国知网高被引学者 Top5%
吴晓敏	清华大学	中国知网高被引学者 Top5%
吴静怡	上海交通大学	中国知网高被引学者 Top5%
吴玉庭	北京工业大学	中国知网高被引学者 Top5%
夏国栋	北京工业大学	中国知网高被引学者 Top5%
徐笑锋	上海海立电器有限公司	中国知网高被引学者 Top5%
袁艳平	西南交通大学	中国知网高被引学者 Top5%
杨永安	天津大学	中国知网高被引学者 Top5%
杨卫波	扬州大学	中国知网高被引学者 Top5%

姓名	单位	高被引学者类型
杨鲁伟	中国科学院理化技术研究所	中国知网高被引学者 Top5%
张华	上海理工大学	中国知网高被引学者 Top5%
张小松	东南大学	中国知网高被引学者 Top5%
张振涛	中国科学院理化技术研究所	中国知网高被引学者 Top5%
张忠斌	南京师范大学	中国知网高被引学者 Top5%
张群力	北京建筑大学	中国知网高被引学者 Top5%
张海南	中国科学院理化技术研究所	中国知网高被引学者 Top5%
邹瑜	建科环能科技有限公司	中国知网高被引学者 Top5%
翟晓强	上海交通大学	中国知网高被引学者 Top5%
赵玺灵	清华大学	中国知网高被引学者 Top5%
赵力	天津大学	中国知网高被引学者 Top5%
诸凯	天津商业大学	中国知网高被引学者 Top5%
周孙希	上海海事大学	中国知网高被引学者 Top5%



(证书下载)

《中国制冷简报》稿件征集启事

《中国制冷简报》是由中国制冷学会主办的反映制冷空调行业综合信息的刊物，每年六期，逢单月出版。

本刊主要读者分布于各专业设计院、大专院校、设备制造企业、专业工程公司、制冷空调使用单位及与制冷空调专业相关的各个行业。发行量为10000册/期。目前主要有企业专题，人物访问，行业信息，学会动态，技术论坛，产品介绍，资格认证，标准指南，科技创新，专利推广，国际交流，展会、学术会议信息等板块。为充分利用《中国制冷简报》这个交流平台、加强各单位间的信息沟通和业务联系，现征集行业内广大企业信息稿件，来稿应能反映我国制冷行业新发展、新气象。如新产品发布、新技术推广、专利发明、工作经验杂谈以及各类动

态新闻，凡学会团体会员均可免费刊登亦可指定单位内人员加入本刊通讯员，建立长期联系，定期提供、更新信息。

新闻稿件应真实、及时、简练扼要。学术论文稿件应立论科学、论据可靠、数字准确，并应为能公开发表的数据，如有引用文献资料需在文中标明。所有来稿均字数不限。

本刊反对一稿多投。根据著作权法的有关规定，编辑部对来稿有权做文字性和技术性的修改、删节。如有特殊情况请在稿件附言中注明。

稿件一经录用将酌情发放稿费。为了提高办公效率，本刊一律使用电子信箱投稿。

编辑部 E-mail: wfan@car.org.cn.

探秘美的 08 空间：美的楼宇科技打造智慧办公新体验

近日，一场特别的媒体探访活动“TRUE见理想建筑”走进美的集团最新投入使用的08空间。这座位于美的全球总部的标志性建筑，集办公会议、员工活动、企业展示等功能于一体，总建筑面积超20万m²，投资近20亿元，超8000名美的员工进驻。它既是一座“自然、多元、人文”的绿色建筑，也是一座运用“物联网+大数据”技术的智慧园区。而美的楼宇科技通过软硬件一体化的建筑解决方案，为08空间注入了智能和绿色基因。



08空间：美的楼宇科技的“内功”展示

在08空间，美的员工展示了如何通过美信应用轻松预约会议室。到达后，他只需面对摄像头进行人脸识别，系统便自动记录了他的楼层信息并派送电梯，全程无需任何手动操作。进入会议室，空调、照明和会议平板等设备已根据预约自动调整到最佳状态。会议中使用的一码投屏功能，使得演示文档可以瞬间显示在大屏幕上，而音视频会议系统则确保了远程参与者也能如同身临其境般清晰交流。



此外，08空间还展示了美的高效机房解决方案。基于云端智慧运维平台可实时监控设备状态，确保高

效运行的同时，降低维护成本。根据最新项目数据显示，美的高效机房能效全年预测均值大于6.0，相比传统设计方案节能率提升28%，年节电100多万kWh。

更绿色、更智能：赋能城市更新

面对中国经济进入高质量发展阶段的新形势，美的楼宇科技积极响应国家政策，参与城市更新项目。北京中关村的城市更新项目是一个典型案例。位于中关村核心地带的“鼎好DH3”大厦曾是红极一时的电子产品大卖场，随着时间的推移，其设施逐渐老化，无法满足现代商业和办公的需求。美的楼宇科技承接了鼎好DH3的改造任务。引入美的自主研发的磁悬浮离心机组等高效能设备，实现了制冷机房年综合能效比达到5.5，预计年节电约100万度，减少碳排放近800吨。同时，通过智能化管理系统优化运行效率，降低了人为操作误差和资源浪费。当前，鼎好DH3已获得了“LEED和WELL金奖双认证”，“北京城市更新最佳实践”等称号。



此外，美的楼宇科技推出“以旧换新”的旧改项目政策，包括多联机、水机、热泵、电梯、控制五大系列焕新。自2024年5月1日起，针对政策期间内新签约的改造项目，美的楼宇科技提供新机补贴优惠和旧改专项服务支持。

美的全球创新中心即将启用

据悉，位于青浦区的上海美的全球创新中心即将于2025年正式启用，美的楼宇科技为其提供了软硬一体的智慧园区解决方案。作为美的集团“2+4+n”全球化研发网络体系的重要战略举措，该园区将助推“全面数字化、全面智能化”的发展战略。

（美的楼宇科技 供稿）

丹佛斯：脱碳是提升工业企业竞争力的关键手段



丹佛斯《影响力系列白皮书》第六册——《脱碳：工业企业竞争力提升的机遇之路》中文版今天正式发布。该白皮书指出，能效、电气化和可再生能源等手段可以助力工业企业降低碳排放的同时有效提升竞争力。

该报告列举了一系列现成的产品和解决方案，工业企业可以立即采用，以减少能源浪费，提升电气化水平，提高竞争力，尤其是在能源密集型产业。

电动机广泛应用于风机、水泵、压缩机和传送带等许多重要工业设备中，其能耗巨大，可占全部工业电力消耗的三分之二以上。以欧盟为例，如在该地区所有的电机系统上都加装变频器，每年可节省95~107亿欧元的电费，减少1250~1410万吨二氧化碳排放，相当于200万欧洲居民的一整年的排放总量。

在中国，电动机的能耗约占全国总体能耗的61%，在工业总能耗量中占比约为66%，节能潜力巨大。

本白皮书深入分析指出，制造业企业若能采纳相关能效和脱碳措施，将有望显著降低能源成本，并同步提高产品附加值。这些方案不仅经济实惠，还能使企业在电气化进程中抢得先机，实现成本节约。由此释放的资金，将为企业在研发和创新投入必要的投资提供可能。

在工业生产过程中，能耗最为密集的环节往往与热能的生成紧密相关，而这些热能传统上主要源自化

石燃料的燃烧。因此，推动工业热能的电气化转型，不仅能够显著削减工业领域对能源的总体需求，而且有助于降低企业碳排放，实现成本效益。

工业热泵有望成为工业领域实现脱碳化的关键利器。若在欧盟范围内广泛应用热泵以提供工业生产所需的热能，预计可减少高达146百万吨的二氧化碳排放量，这一数字大约占2021年德国净二氧化碳排放量的22%。

在丹佛斯斯洛文尼亚工厂进行的一个试点项目显示，80%的机器在不使用时可以关停。这不仅不会影响生产，而且还可以实现30%的节能。

工业企业脱碳快速指南

节能

- 提升电机效能每年便可为欧盟节省电费约95~107亿欧元
- 将丹佛斯斯洛文尼亚工厂非生产状态下的机器关停，就可节能30%，如将这一举措推广到公司全球各地工厂中，每年可节省300~500万欧元。

- 节省下来的资金可以重新投入到研发或数字化项目中。

电气化

- 据估计，利用现有的技术，78%的工业用能可以实现电气化，考虑到正在开发中的技术，电气化的比例可能达到99%。
- 热泵可以成为工业脱碳的关键工具。
- 在欧盟使用热泵提供工业过程热能可以减少1.46亿吨二氧化碳排放，相当于2021年德国净二氧化碳排放量的22%。

行业耦合

- 行业和生产流程需要进行更有效、更紧密地耦合，以充分利用日常工业生产中所产生的体量惊人的废弃物和副产品，例如工业余热。
- 到2030年，世界上高达53%的能源将以余热的形式被浪费掉，使其成为世界上存量最大的未开发能源形式。

（丹佛斯中国 供稿）

谷轮推出新一代高效冷冻涡旋压缩机 助力节能减排和可持续发展



2024年11月14日，谷轮推出了新一代ZB*KN中高温系列和 ZFI*KN 低温系列冷冻涡旋制冷压缩机，以支持更节能、更环保的冷链。这与国家标准化管理委员会于2024年4月发布的强制性国家标准了GB 44015—2024《冷库（箱）和压缩冷凝机组能效限定值及能效等级》一致，旨在提升冷链行业的效能，促进冷链行业的低碳创新发展。谷轮研发的新一代ZB*KN和ZFI*KN系列冷冻涡旋压缩机特点如下：

- 产品线齐全：覆盖1.5~7HP，新一代产品继续秉承

谷轮双柔性涡旋设计，压缩机具有优越的抗回液能力和杂质容忍度，可靠性和耐用性大幅提升。

- 能效提升：通过优化涡旋型线，采用高效马达并优化吸排气通道，谷轮新一代产品系列有更好的设计冗余，具有卓越的能效比，与现有产品系列相比，中高温系列能效平均提升8%，低温系列搭载喷气增焓技术，对比喷液涡旋可实现超过20%的能效提升；

- 设计紧凑：紧凑型设计是箱式冷凝机组的理想选择，广泛应用于小型冷库、便利店、餐馆、酒店、医院、农业种植、食品加工和储藏等众多行业；谷轮新一代产品助力客户对现有产品的升级换代，满足国家新能效标准，同时帮助终端客户实现节能减排。

在某企业食用菌种植基地项目中，谷轮新一代ZB*KN压缩机全年可实现节电8万度，助力终端客户尽早收回设备初投资成本。

（谷轮市场部 供稿）

华源泰盟两个案例入选国家能源局炼油行业节能降碳典型案例



为落实《国务院关于印发<2024—2025年节能降碳行动方案>的通知（国发〔2024〕12号）》、《关于促进炼油行业绿色创新高质量发展的指导意见》（发改能源〔2023〕1364号）、《国家能源局综合司关于做好炼油行业2024年重点工作的通知》（国能综通科技〔2024〕22号）等文件要求，促进炼油行业绿色高质量发展，国家能源局组织了炼油行业节能降碳先进技术和典型案例申报及评审工作。

经专家评审和复核，评选出了炼油行业14项先进技术和12个典型案例，华源泰盟实施的“燕山石化工业余热利用”与“中国海油大树石化30万吨乙苯装置工艺热水余热回收”两个项目携手进入典型案例名单。

燕山石化工业余热利用项目

燕山石化应用华源泰盟与清华大学合作的高效清洁供暖技术（吸收式大温差换热技术），通过华源泰盟生产的第一类、第二类吸收式热泵机组回收工业装置余热，替代消耗的部分天然气、工业蒸汽；夏季利用热泵机组制冷，向乙烯装置提供冷水，有效降低乙烯装置能耗并适当提高双烯收率，取得了良好的经济效益和社会效益。

中国海油大树石化30万吨乙苯装置工艺热水余热回收项目

大树石化项目采用华源泰盟生产的第二类吸收式热泵机组，利用乙苯装置产生的120℃、600t/h工艺热水作为热源，工艺热水自乙苯装置进入热泵机组，产出0.35MPaG蒸汽供苯乙烯装置使用，经过换热后95℃的工艺热水返回工艺热水回水管线。热泵机组采用循环水作为冷却介质，除盐水作为副产蒸汽的锅炉补水。这也是该项目继入选国家节能中心“第三届重点节能技术应用典型案例”后，获得的又一重要奖项。

（华源泰盟 供稿）

海尔空调“极低温室效应高效大温跨热声热泵”荣获优胜奖

近日，由中国工业和信息化部火炬高技术产业开发中心主办的第十三届中国创新创业大赛颠覆性技术创新大赛总决赛在北京圆满落幕。自2024年8月启动以来，大赛吸引了来自全国各地重点高校、知名科研院所、行业龙头企业等的千余个技术项目报名参赛，169个项目进入总决赛，最终80个项目获得本次大赛的最高奖——优胜奖。其中，海尔空调凭借“极低温室效应高效大温跨热声热泵”项目成为本年度家电行业唯一获奖项目。

海尔热声热泵技术是一项具有颠覆性的创新技术，它突破了传统热泵技术的局限性，实现了更高效、更环保的供热方式。该技术的核心在于其独特的热声效应，通过利用惰性气体在声波作用下的热力学

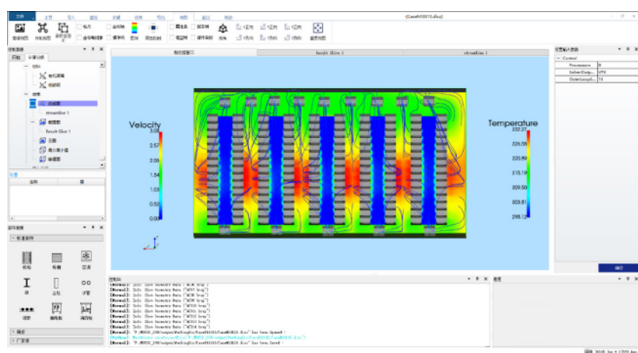
效应，实现了能量的高效转换和传输。相比传统热泵技术，海尔热声热泵技术的供热温跨突破了100℃，供热效率提高了超过30%。

在具体应用方面，海尔热声热泵技术展现出了广泛的适用性。在极端严寒地区，该技术能够稳定高效地供热，解决了传统热泵技术在严寒环境下性能下降的难题。同时，该技术还适用于多种应用场景，包括极地科考、高纬度严寒地区的绿色高效供暖等。

此外，海尔热声热泵技术还具有显著的环保优势。该技术采用了惰性气体作为工作媒介，避免了传统热泵技术中使用的非环保制冷剂对环境的影响。因此，海尔热声热泵技术在实现高效供热的同时，也达到了零温室效应的环保目标。

（范薇 撰稿）

数峰信息发布国内首款自研数据中心热流仿真分析软件



2025年1月15日，西安数峰信息科技有限责任公司正式发布了其首款针对研数据中心热流仿真分析软件产品MHT.DC-202501-Alpha（下文简称为“MHT.DC”）。该软件为数据中心的热流分析提供高效且精准的解决方案，标志着国产自主可控的计算流体动力学（CFD）软件在数据中心领域取得重要突破。

MHT.DC是数据中心设备布局优化的“热”诊专家，其优势体现在数据中心设计布局及设备采用、冷却散热设计和能耗控制设计三个方面。

数据中心设计布局及设备采用：MHT.DC利用CFD仿真技术，对机房设计方案进行验证评估，包括地板、机柜、空调等设备布局，通过参数化建模及快速预测，提前发现潜在运行问题，避免设计缺陷导致的机房运行故障，减少后期整改投入。

数据中心冷却散热设计：随着数据中心对散热

效率要求的不断提高，液冷技术逐渐成为主流趋势。液冷技术包括浸没式液冷和冷板式液冷两种方案，目前主要厂商在液冷技术方面还处于实验或初步应用阶段，市场尚未形成绝对龙头。MHT.DC在冷却散热设计方面发挥着重要作用，其多相流及相变模型能够准确模拟液冷过程中的物理现象，为冷却方案的确定提供科学依据。通过CFD仿真，设计人员可以评估不同液冷方案的散热效果，优化冷却系统的布局和参数，确保数据中心在高效散热的同时，实现能源的合理利用。

数据中心能耗控制设计：MHT.DC结合AI技术，依据数据中心运行状态，辅助运维人员实现温度自动化控制策略实施，规避局部热点问题，降低能耗。其核心在于时间维度演进、精确及高效预测能力，为自动化控制系统提供实时数据支持，助力数据中心实现安全、节能运行。

MHT.DC在数据中心热流仿真分析的计算精度方面表现卓越，其关键测点模型计算数值结果相较于国际知名商业软件精度误差小于5%，能够提供更加可靠的数据支持。在与客户实际包间机房的实测数据对比中，MHT.DC的计算温度预测精度达到与监测点的偏差（CV/RMSE）不大于5%，远高于行业平均水平。

（西安数峰信息科技有限责任公司 供稿）

CR[®] 中国制冷展 2025 | CRH[®] 2025 | 制冷·空调·暖通
CHINA REFRIGERATION HVAC&R



第三十六届国际制冷、空调、供暖、通风 及食品冷冻加工展览会

THE 36TH INTERNATIONAL EXHIBITION FOR REFRIGERATION,
AIR-CONDITIONING, HEATING AND VENTILATION, FROZEN
FOOD PROCESSING, PACKAGING AND STORAGE



2025年4月27日至29日 | 上海新国际博览中心
APR 27-29, 2025 | Shanghai New International Expo Centre

主办单位： 中国制冷学会
 中国制冷空调工业协会
 北京国际展览中心有限公司
 上海市制冷学会
 上海冷冻空调行业协会

支持单位： 北京国际商会

承办单位： 北京国际展览中心有限公司

电话: +86-10-64934668-617/611/610

传真: +86-10-64938558

网址: www.cr-expo.com

邮箱: xuelongyun@biec.com.cn

kanglu@biec.com.cn

zhouboyu@biec.com.cn



官方网站



官方微信



官方抖音

